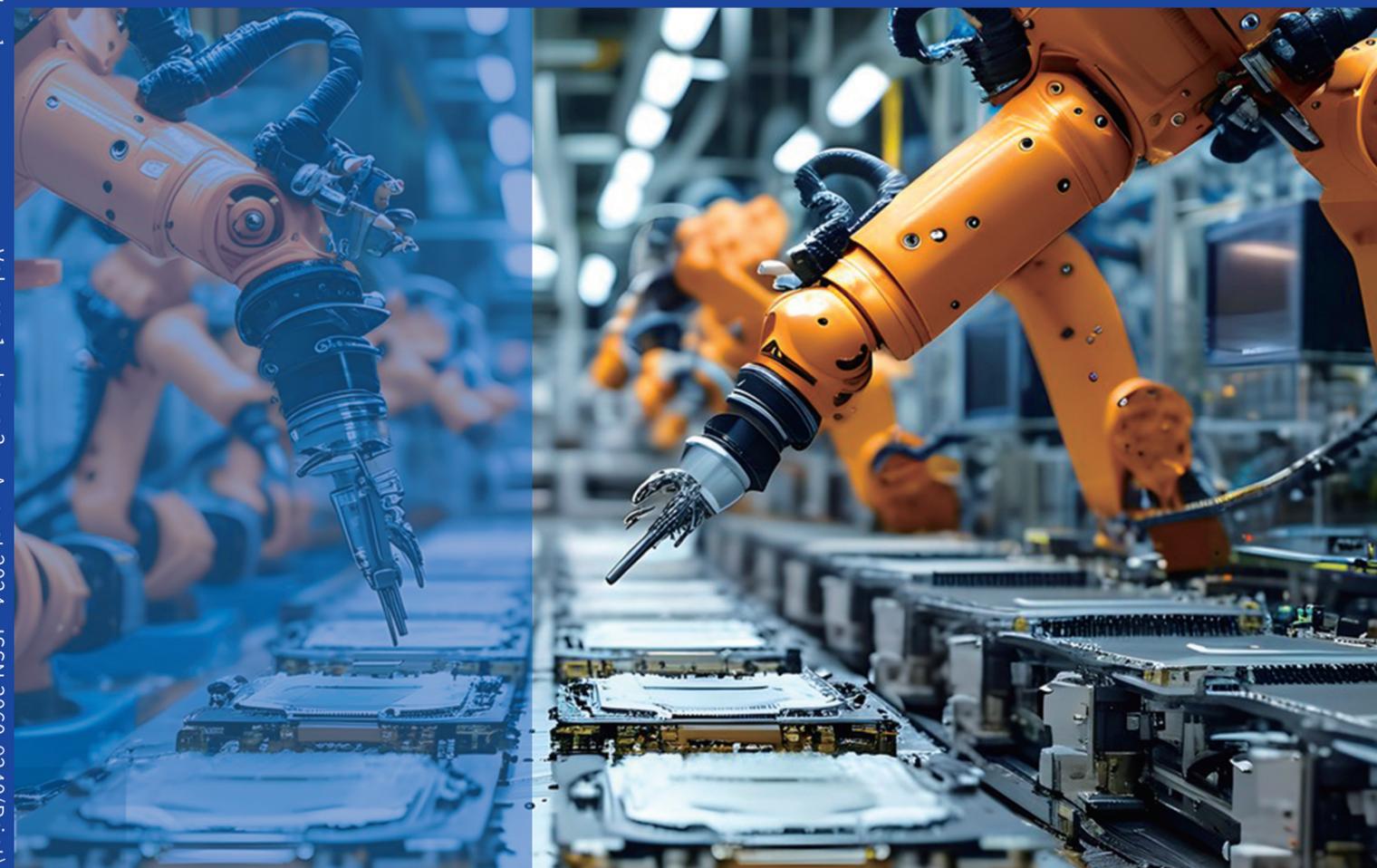


现代工业与技术

Modern Industry and Technology

Volume 1 • Issue 3 • August 2024 • ISSN 3060-9240(Print) 3060-9259(Online)



现代工业与技术
Modern Industry and Technology

Volume 1 • Issue 3 • August 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

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 3· August 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	电力安全监察工作在电力安全生产中的作用 / 王超				/ 陈青辉 郭峰 王建荣 张伟锋 代志超
4	浅谈汽车镀锌板焊接质量控制 / 张龙 杨路明 聂晓峰 武聪聪		40	煤矿煤炭洗选设备维护管理系统的建立与维护 / 李跃飞	
7	装备制造过程控制方法与应用 / 金兵展		43	农业机械在精准农业中的应用与发展趋势分析 / 赵明	
10	关于 CAD 技术在机械可靠性优化设计中的应用研究 / 张波		46	不同烘烤工艺对烤后烟产质量的影响 / 杨趁义	
13	实验室检验结果的准确性与质量控制方法研究 / 李文香		50	高精度压力传感器在动态压力测试中的应用研究 / 彭义琴	
16	产品设计在机械设计制造中的因素分析和应用研究 / 聂红银		53	浅谈一氧化碳生产单元气体检测仪优化布局 / 韩帅	
19	机电一体化技术在工业自动化中的应用研究 / 邱应平		56	太赫兹检测技术在农药残留检测中的应用研究 / 刘嘉辉 李利萍	
22	浅谈飞机装配中复合材料结构设计要点 / 刘煜		59	智能计量检验技术在现代产品质量检验中的应用探索 / 孟武权	
25	形态仿生飞行器设计策略研究 / 伏永洁		62	农业机械技术推广问题及对策探讨 / 王胜强	
28	海上风电工程中塔筒升降机的运用与安全管理措施研究 / 冯宝顺 汪虎 宋家宝 余益民		65	质量技术监督中的计量误差分析与控制策略 / 祖力毕卡尔·阿不力米提	
31	压力容器和压力管道裂纹检验分析 / 李凯		68	试析基于本质安全的机械设备风险控制措施 / 耿全生	
34	电气工程及自动化技术的应用及发展趋势研究 / 任梁梓宾		71	刮板输送机联接座类零件高效加工工艺研究 / 胡大成 向红明 牛国旭	
37	YB25 型软盒包装机封签“F”型吸风臂气路改进		74	数字化制造技术在汽车质量管理中的应用思考 / 宗斌	

- 1 The Role of Power Safety Supervision in Power Safety Production
/ Chao Wang
- 4 Discussion on Welding Quality Control of Automotive Galvanized Sheet
/ Long Zhang Luming Yang Xiaofeng Nie
Congcong Wu
- 7 Methods and Applications of Equipment Manufacturing Process Control
/ Bingzhan Jin
- 10 Research on the Application of CAD Technology in Mechanical Reliability Optimization Design
/ Bo Zhang
- 13 Research on the Accuracy of Laboratory Inspection Results and Quality Control Methods
/ Wenxiang Li
- 16 Factors Analysis and Application Research of Product Design in Mechanical Design and Manufacturing
/ Hongyin Nie
- 19 Research on the Application of Mechatronics Technology in Industrial Automation
/ Yingping Qiu
- 22 Discussion on the Key Points of Composite Material Structure Design in Aircraft Assembly
/ Yu Liu
- 25 Research on Design Strategy of Biomimetic Aircraft
/ Yongjie Fu
- 28 Research on the Application and Safety Management Measures of Tower Elevators in Offshore Wind Power Engineering
/ Baoshun Feng Hu Wang Jiabao Song Yimin Yu
- 31 Analysis of Crack Inspection for Pressure Vessels and Pressure Pipelines
/ Kai Li
- 34 Research on the Application and Development Trends of Electrical Engineering and Automation Technology
/ Liangzhibin Ren
- 37 Improvement of the Air Path of the “F” Type Suction Arm in YB25 Soft Box Packaging Machine
/ Qinghui Chen Feng Guo Jianrong Wang
Weifeng Zhang Zhichao Dai
- 40 Establishment and Maintenance of Maintenance Management System of Coal Washing Equipment in Coal Mine
/ Yuefei Li
- 43 Analysis of the Application and Development Trend of Agricultural Machinery in Precision Agriculture
/ Ming Zhao
- 46 The Influence of Different Baking Processes on the Tobacco Production Quality after Baking
/ Chenyi Yang
- 50 Application Study of High-precision Pressure Sensor in Dynamic Pressure Test
/ Yiqin Peng
- 53 Optimization Layout of Gas Detector of Carbon Monoxide Production Unit
/ Shuai Han
- 56 Research on the Application of Terahertz Detection Technology in the Detection of Pesticide Residues
/ Jiahui Liu Liping Li
- 59 Exploration of the Application of Intelligent Measurement and Inspection Technology in Modern Product Quality Inspection
/ Wuquan Meng
- 62 Discussion on the Problem of Agricultural Machinery Technology Popularization and Its Countermeasures
/ Shengqiang Wang
- 65 Metering Error Analysis and Control Strategy in Quality and Technical Supervision
/ Zulibikaer Abulimiti
- 68 The Risk Control Measures of Mechanical Equipment Based on Essential Safety
/ Quansheng Geng
- 71 Research on Efficient Machining Process Method for Scraper Conveyor Connection Seat
/ Dacheng Hu Hongming Xiang Guoxu Niu
- 74 Thinking of Digital Manufacturing Technology in Automobile Quality Management
/ Bin Zong

The Role of Power Safety Supervision in Power Safety Production

Chao Wang

CNOOC Security Technology Service Co., Ltd., Tianjin, 300452, China

Abstract

Power safety supervision is an important means to ensure the safe operation of power system. By deeply analyzing the duties and functions of power safety supervision, this paper discusses the effect of power safety supervision on improving the safety production level of power industry. By using the case analysis method, the safety production situation before and after the implementation of electric power safety supervision is compared. The results show that the effective implementation of electric power safety supervision significantly reduces the incidence of electric power accidents. The stability and security of the power system are improved. At the same time, through questionnaire survey and expert interview, the cognition and feedback of electric power enterprises and employees on electric power safety supervision are collected and analyzed. It is found that electric power safety supervision not only enhances the safety management consciousness of enterprises, but also promotes the update of safety technology and the improvement of management methods.

Keywords

electric power safety supervision; power system safety; safe production; electric power accident prevention; safety management awareness

电力安全监察工作在电力安全生产中的作用

王超

中海油安全技术服务有限公司, 中国·天津 300452

摘要

电力安全监察是保障电力系统安全运行的重要手段。通过深入分析电力安全监察的职责和功能, 论文探讨了电力安全监察对提升电力行业安全生产水平的作用。采用案例分析方法, 对比研究了实施电力安全监察前后的安全生产情况, 结果显示, 电力安全监察工作的有效开展显著降低了电力事故的发生率, 提高了电力系统的稳定性和安全性。同时, 通过问卷调查和专家访谈, 收集并分析了电力企业和从业人员对电力安全监察的认知与反馈, 发现电力安全监察不仅增强了企业的安全管理意识, 还促进了安全技术的更新和管理方法的改进。

关键词

电力安全监察; 电力系统安全; 安全生产; 电力事故预防; 安全管理意识

1 引言

电力系统安全运行是中国电力工业的生命线。然而, 随着电力系统的规模日益扩大和运行模式的复杂化, 系统安全问题日益突出, 为此, 电力安全监察作为保障电力系统安全运行的重要手段被广泛使用。电力安全监察工作是对电力安全生产实施全过程控制的有效措施, 通过规范电力企业的生产行为、预防和减少安全事故的发生, 以实现电力系统的安全、经济、高效运行。论文通过深入分析电力安全监察的职责和功能, 探讨其在提升电力行业安全生产水平的重要作用。对实施电力安全监察前后的安全生产情况进行了对比研

究, 并结合问卷调查和专家访谈, 分析了电力企业和从业人员对电力安全监察的认知与反馈, 最终强调了电力安全监察在预防电力事故、保障电力安全生产中的核心地位和其对提高电力行业安全生产管理水平的重要意义。

2 电力安全监察概述

2.1 电力安全监察的定义和职责

电力安全监察是指在电力系统运行过程中, 通过系统化的监控、检查和评估措施, 确保电力设施和操作的安全性与可靠性^[1]。其核心目标是维护电力系统的稳定运行, 预防和减少电力事故的发生, 从而保障公众及企业的基本安全需求。电力安全监察的职责包括监督电力企业落实安全生产规章制度, 检查电力设备的安全运行状况, 以及对从业人员进行安全教育和培训。监察机构需要定期或不定期地进行设备

【作者简介】王超(1981-), 男, 中国天津人, 本科, 工程师, 从事电气研究。

检验和现场检查，必要时发布整改指令，确保每一个生产环节符合相关法规与标准^[2]。电力安全监察还承担事故调查的职能，通过分析事故原因提供改进建议，帮助企业提升安全生产水平。其职责还延伸至推动电力行业的技术进步与管理创新，强化企业的风险防范意识，并借助科技手段，如信息化平台及数据分析工具，提升监察工作的效率和精准度。通过多层次、多角度的综合监管，电力安全监察在保障电力行业的整体安全运行中扮演着不可或缺的重要角色。

2.2 电力安全监察的法规与标准

电力安全监察的法规与标准是保障电力行业安全生产的重要基础。电力安全监察涉及的法律法规框架主要包括《中华人民共和国电力法》《电力安全生产标准化管理办法》和《国家电力安全生产监督管理条例》等^[3]。这些法律法规为电力安全监察提供了明确的法律依据和操作规范，规定了电力设施的设计、施工、运行、维护等环节的安全标准。

在国际层面，电力安全监察也参照国际电工委员会(IEC)的标准，这些标准帮助电力行业与国际安全规范接轨，提高了电力安全管理的水平。国内标准与国际标准相结合，形成了一套系统而科学的监察体系，确保电力安全监察工作的全面性与有效性。

电力安全标准的制定主要体现在对关键工序和高风险环节的严格监控，通过明确的技术指标和管理要求，指导企业进行安全生产。而在执行过程中，电力企业需定期开展安全评估和隐患排查，确保各项标准的严格落实。法规与标准的健全推动了电力安全监察工作的制度化和规范化，为电力行业提供了坚实的保障基础。

2.3 电力安全监察的功能与目标

电力安全监察在电力系统安全生产中承担着关键作用，其主要功能包括事故预防、隐患排查和安全指导。通过定期和不定期的检查、电力安全监察能够及时发现和消除电力系统运行中的潜在安全隐患，降低因设备故障或操作失误引发的安全风险。电力安全监察还负责监督电力企业严格遵守相关安全生产法律法规和标准，确保各项安全制度的有效落实，提高企业整体的安全管理水平。监察机构通过分析安全生产数据，制定和优化安全生产策略，进一步提升电力系统的运行效率和可靠性。

电力安全监察的目标是实现“零事故”目标，确保电力系统的连续、稳定运行。通过不断完善电力安全管理体系，增强企业和从业人员的安全生产意识，打造全员参与的安全文化。推动新技术在电力安全生产中的应用，提高事故应急处置能力，形成预防为主、防治结合的安全生产格局。这种高效、系统的安全监察机制，为电力系统的长效安全生产提供了坚实保障。

3 电力安全监察对安全生产的影响分析

3.1 通过案例分析探讨监察前后的变化

电力安全监察在安全生产中的作用，通过对比电力事故发生率及管理成效的案例进行深入分析，可以揭示其在不同阶段发挥的显著影响。在实施电力安全监察之前，多数电力企业的安全管理存在疏漏，安全事故频发，系统稳定性相对较低。事故的主要原因包括设备故障、人为失误以及管理机制不完善等。这些问题导致了频繁的停电事故，给电力企业带来了巨大的经济损失和社会负面影响。

在引入电力安全监察后，通过一系列严格的检查和管理措施，电力企业的安全生产状况得到了显著改善。具体表现为事故率的明显下降，企业安全管理体系日趋完善，设备故障率得到了有效控制^[4]。电力安全监察推动了安全生产技术的革新与应用，促使企业在技术标准和管理流程上不断更新和优化。

案例分析显示，经过电力安全监察的系统性检查和整改，企业安全意识和员工专业素养得到了提升，安全隐患的识别与处理能力显著增强。这表明电力安全监察不仅是事故发生后的补救措施，更是预防事故的重要手段，在提升电力系统可靠性和安全性方面起到了关键作用。这些变化充分证明了电力安全监察在促进电力行业安全生产水平提升中的重要性及必要性。

3.2 电力安全监察对减少事故发生的具体作用

电力安全监察在减少事故发生方面具有关键作用。电力安全监察通过严格的巡查和检查，及时发现和消除潜在的安全隐患。采用定期检查和随机抽查相结合的方式，对电力设施和设备进行全面的安全评估，确保设备的正常运行和维护质量。电力安全监察实施了规范的操作流程和标准，确保操作人员严格遵守安全操作规程，减少人为错误带来的风险。通过建立和完善事故报告制度，电力安全监察能够快速获取事故信息，开展深入分析，制定相应的整改措施，杜绝类似事故的发生。电力安全监察还注重安全培训，提升员工的安全意识和技能，使其能够有效应对突发情况。电力事故统计数据表明，电力安全监察的实施降低了设备故障率和人身事故的发生率，显著提高了电力系统运行的安全性和稳定性。

3.3 促进安全管理意识和技术的更新

电力安全监察在提升安全管理意识和促进技术更新方面发挥了重要作用。电力企业通过安全监察，逐渐形成了重视安全生产的文化氛围，强化了全员的安全管理意识。安全监察通过制定和严格执行相关标准与规程，促使企业不断更新和完善安全生产技术。电力行业在较大程度上推动了新安全技术的开发与应用，如智能电网安全技术、在线监测系统

和自动化控制设备等,从而提高了电力系统的安全性与可靠性。安全监察机制的完善使得企业能够及时发现潜在风险,并采取有效的预防措施,为提高整体安全生产水平提供了有力保障。

4 电力安全监察的实际应用和效果评估

4.1 问卷调查和专家访谈的方法与结果

为评估电力安全监察在实际中的应用效果,调研工作采用了问卷调查和专家访谈两种方法。问卷调查旨在收集电力企业管理人员和从业人员对电力安全监察的认知、态度及反馈。问卷设计包括对电力安全监察的了解程度、执行效果、对提升安全生产的作用等多个维度。选取了全国范围内多家电力企业作为调查对象,共发放问卷 300 份,回收有效问卷 285 份,回收率 95%。结果显示,多数受访者认为电力安全监察制度完善且有效,90%的受访者表示其公司通过安全监察工作显著减少了事故发生。

专家访谈方面,邀请了 10 位来自电力行业的资深专家进行深入访谈,讨论了电力安全监察在实际操作中的具体效果和挑战。专家普遍认可电力安全监察对提升行业安全水平的重要作用,并指出在实施过程中,存在一些需要改进的方面,如法规标准的统一性、执法力度的提高以及企业内部对监察工作的配合度等问题^[5]。

通过结合问卷调查和专家访谈的结果,得出电力安全监察在促进电力安全生产方面的正面作用显著。这些数据和专家意见为进一步优化电力安全监察制度提供了有力支持,表明电力安全监察不仅在减少事故方面有着显著成效,还在提升电力企业的安全管理意识和技术水平方面起到了积极作用。

4.2 电力企业从业人员的反馈分析

在电力安全监察的实际应用中,电力企业从业人员的反馈分析是评估其效果的重要环节之一。通过调查问卷和访谈结果,可以看出电力安全监察在提升企业安全管理水平方面发挥了显著作用。多数从业人员认为,电力安全监察的实施增强了他们的安全意识和风险防范能力。针对具体的安全操作规程和制度落实,从业人员普遍表示,由于监察机制的严格执行,安全生产操作更加规范,违规行为显著减少。部分从业人员还提到,通过定期的安全监察培训和宣传活动,不仅提升了专业技能,还促进了经验交流,形成了良好的安全文化氛围。另外,对于一些常见的安全隐患,从业人员也反馈,在电力安全监察的推动下,隐患排查和整改措施更加

科学高效,有效减少了事故发生的可能性。

4.3 电力安全监察对行业安全生产管理水平的推动作用

电力安全监察工作对行业安全生产管理水平的推动作用显著。在有效实施电力安全监察措施后,电力企业的安全管理制度得到了加强,事故预防机制得到了优化,安全生产效率得到了提升。统计数据显示,电力事故率明显下降,停电事件和设备故障率降低。电力企业通过电力安全监察工作,引入了先进的安全管理工具与技术,提升了整体安全技术的水平和管理方法。电力安全监察工作的推广和实施,明显提升了电力行业整体的安全生产管理水平,促进了电力系统的可靠性和持续性。

5 结语

论文通过对电力安全监察工作在电力安全生产中的作用进行了深入研究和探讨,确定了电力安全监察的职责和功能,以及其对提升电力行业安全生产水平的影响。结论显示,电力安全监察工作的有效展开可以明显防止电力事故的发生,提升电力系统的稳定性和安全性,形成了较强的稳定和预防作用。然而,本研究也存在一些局限性,一方面,论文的研究主要基于问卷调查和案例分析,但这两种研究方法都具有一定的局限性,可能无法全面反映电力安全监察工作的各个方面。另一方面,对于电力安全监察工作的深化研究,尚需进一步探索其对电力系统性能,如电力系统的可靠性和供电质量等的影响。针对以上局限和问题,未来的研究可进一步在实验和理论分析的基础上,深入研究电力安全监察工作在电力安全生产中的更多层面和作用,探索新的电力安全监察方法和技术,以期将电力安全监察工作进一步提升至更高水平,对中国电力行业的安全生产起到更大的正面推动作用。

参考文献

- [1] 何向阳.电力安全监察工作在电力安全生产中的作用[J].市场周刊·理论版,2020(57):12.
- [2] 孔慧.电力安全监察工作在电力安全生产中的作用研究[J].电脑乐园,2020(10):489.
- [3] 刘学海.电力安全监察工作在电力安全生产中的作用探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021(12):318-319.
- [4] 刘佳俊.安全监察工作在电力系统安全生产中的探讨[J].商品与质量,2020(45):186-186.
- [5] 史其岭.电力安全监察工作在电力安全生产中的应用[J].电子乐园,2021(7):429.

Discussion on Welding Quality Control of Automotive Galvanized Sheet

Long Zhang Luming Yang Xiaofeng Nie Congcong Wu

Chery Automobile Henan Co., Ltd., Kaifeng, Henan, 475000, China

Abstract

The production of automobiles and their components requires the use of cold-rolled plates, hot-rolled plates, electroplated galvanized plates, hot-dip galvanized plates and other steel materials. With the development of the automotive industry, galvanized plates are made from steel that has undergone galvanizing treatment and are covered with a dense layer of zinc on the surface. This zinc layer can effectively prevent the steel from being corroded by environmental factors such as atmosphere and moisture, thereby extending the service life of the car. In addition, galvanized sheet metal also has good formability and weldability, is easy to process, and can meet the complex needs of automobile manufacturing. However, galvanized sheet metal has a low melting point, poor weldability, and obvious tendency towards cracks and pores. Welding galvanized sheet metal is a challenge for welding equipment and welding processes. Therefore, how to improve the quality of galvanized sheet metal body welding points has been a topic we have been exploring. This paper introduces several control methods for galvanized sheet metal welding, providing reference for improving the quality of white body welding.

Keywords

white galvanized plate welding; welding parameters; electrode cap; plate clearance control

浅谈汽车镀锌板焊接质量控制

张龙 杨路明 聂晓峰 武聪聪

奇瑞汽车河南有限公司, 中国·河南 开封 475000

摘要

汽车整车及零部件生产需要用到冷轧板、热轧板、电镀锌板和热镀锌板等钢材,随着汽车工业的发展,镀锌板由钢材经过镀锌处理而成,表面覆盖了一层致密的锌层。这层锌层可以有效地防止钢材受到大气、水分等环境因素的侵蚀,从而延长汽车的使用寿命。此外,镀锌板还具有良好的成型性和焊接性,易于加工,能够满足汽车制造的复杂需求,然镀锌板熔点低、可焊性差,裂纹和气孔倾向明显,镀锌板焊接对焊接设备和焊接工艺都是一个挑战,因此如何提升镀锌板车身焊点质量是我们一直探讨的话题,论文介绍了镀锌板焊接的几点管控方法,为白车身焊接质量提升提供参考。

关键词

白车身镀锌板焊接; 焊接参数; 电极帽; 板件间隙控制

1 引言

随着汽车行业轻量化和防腐性的要求越来越高,表面带镀层的低碳钢板被广泛应用,其中镀锌钢板用得最多。前轿车已经广泛使用镀锌钢板,采用的镀锌钢板厚度从0.5~3.0mm,其中车身覆盖件多用0.6~0.8mm的镀锌钢板,由于镀锌层的存在,点焊开始时焊件之间实质上是锌与锌的接触,由于锌的硬度低,电阻率低,故点焊开始时焊件与焊件接触面上的接触电阻很小,不利于熔核的形成。因此,提升镀锌板焊接质量一直是各汽车生产企业主要的努力目标,论文结合现场实际生产情况,对镀锌板的管控方法进行探讨。

2 焊机焊接参数选择

①焊接压力。焊接压力是指焊接电极对工件施加的压力。对于焊接镀锌板,焊接压力一般需要较大,以确保焊接的牢固性。可以根据焊接机的规格和镀锌板的厚度来选择合适的焊接压力。通常情况下,焊接压力应该在100~500kg之间,(要比低碳钢点焊时增加20%~25%)。

②焊接电流。焊接电流是影响焊接过程中所产热量的主要因素,在其他焊接参数一定时,镀锌钢板点焊时需要更大的电流。为获得与低碳钢点焊时同样的熔核大小,镀锌钢板点焊所需要的焊接电流一般需要提高25%~50%,而且镀锌层越厚电流越大。

③焊接时间。与低碳钢相比,镀锌钢板所需的焊接时间需增加25%~50%,使两焊件间的熔化锌层能尽可能的挤出熔核,但焊接时间不宜过长,否则将使焊件与电极接触面

【作者简介】张龙(1987-),男,中国河南南阳人,本科,工程师,从事汽车焊接技术研究。

上温度升高，破坏表面耐腐蚀镀层，降低电极使用寿命。

④焊接速度。焊接速度是指焊接电极在工件上移动的速度。对于焊接镀锌板，焊接速度一般需要较慢，以确保焊接的牢固性。可以根据焊接机的规格和镀锌板的厚度来选择合适的焊接速度。通常情况下，焊接速度应该在 10~30mm/s 之间。

⑤镀锌板焊接一般采用双脉冲（单点两次焊接循环）或单脉冲多波段进行焊接（根据板厚进行参数设定）。

3 电极帽选用

目前市场上最常用的电极帽分为铬锆铜（CuCrZr）电极帽、弥散铜合金电极帽，铬锆铜电极帽主要用于焊接碳钢板、不锈钢、镀层板等薄板焊接（板件叠加厚度≤5mm），弥散铜电极帽用在氧化铝铜可以焊接的材料有镀锌板、铝板、高碳钢板、不锈钢板、镍等。下面我们对这两种电极帽进行对比。

3.1 铬锆铜（CuCrZr）电极帽

优点：铬锆铜有良好的导电性，导热性，硬度高，耐磨抗爆，抗裂性以及软化温度高，焊接时电极损耗少，焊接速度快，焊接总成本低。

缺点：铬锆铜在 400℃左右硬度值开始急剧下降，软化的电极对电阻焊接质量有很大的影响，镀锌板焊接时，镀锌板的锌反应生成黄铜合金成分，粘连在电极帽上，降低导电性能，影响焊接强度（图 1）。

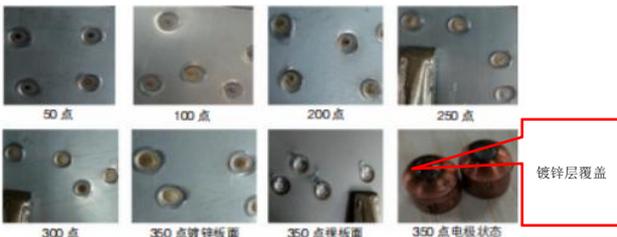


图 1 铬锆铜电极帽打点状态

3.2 弥散铜合金电极帽（氧化铝铜）

优点：弥散强化铜合金又称氧化铝铜（Cu-Al₂O₃）是一种优异的高强、高导材料。有高强度、高硬度、高导电率及高软化温度等特性。其特点如下：组织稳定，无相变。屈服强度和抗拉强度高。常温硬度高，随着温度升高，硬度下降幅度小，高温抗蠕变性能好。热、电传导率高。加工性能优良。软化温度高达 930℃（图 2）。

缺点：成本偏高。从铬锆铜电极帽在 400℃左右时开始软化，当达到焊核形成需要的 980℃时，硬度已下降为原来硬度的 1/3 左右，从而导致电极在焊接时偏软，损耗加大。氧化铝铜电极帽克服了上述缺陷，其在 900℃左右时才开始软化，这就保证了其在高温时的稳定性，减少了损耗氧化铝铜因为氧化铝的存在，所以焊接有镀层（如镀锌，镀镍）的工件的时候，不粘电极是有良好的导电性强度及耐磨性，使

使用寿命长，焊接时不会产生电极与工件粘连的现象。

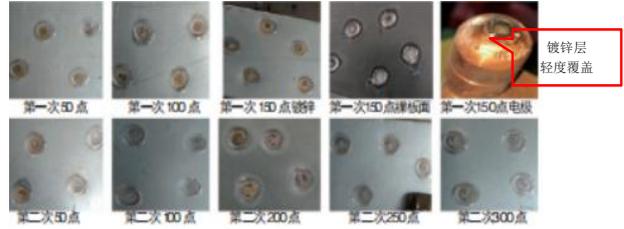


图 2 氧化铝铜电极帽打点状

4 镀锌板焊接过程

镀锌板焊接过程是个复杂的物理及化学变化的过程，其中最典型的化学变化就是锌与铜结合产生了黄铜。由于镀锌板上的锌熔点较低，焊接加热时，锌会首先熔化析出与电极表面的铜结合产生黄铜，因此电极帽更换过程中一般选取焊接 150~200 点进行电极帽更换或修磨，根据工位作业内容不同制定电极帽更换频次目视现场，进行过程更换。

电极帽底部至顶部长度小于 15mm 必须进行报废处理避免出现不必要的焊接缺陷。

电极（帽）出现错位现象、电极端面不平整现象、电极（帽）出现电极锥度不符合要求、电极（帽）出现电极卷边现象时要立即进行修磨、电极（帽）出现电极端面直径过大或过小（≥8mm 或 ≤6mm）时要立即进行修磨（图 3）。

电极（帽）异常处理：工作前的点检、工作中或保养时发现焊钳电极（帽）出现下列图样所示中任何一项时应立即进行调整或更换电极帽，解决不了的问题要立即停止、呼叫、等待。

①电极（帽）出现错位的要立即进行调整。②电极（帽）出现电极端面不平整时要立即进行修磨、更换。③电极（帽）出现电极锥度不符合要求时要立即进行修磨、更换。

5 焊接设备稳定性

焊接设备的工作稳定性对控制镀锌板焊接质量，也起到关键性作用，点焊设备工作过程由预压，焊接，维持和休止四个阶段组成因此焊接参数的异常波动，都会焊接质量如电极压力不足，焊接电流过大，所以必须通过日常监控保证焊接参数合格，工频焊机的焊接电流、焊接压力输入与输出值控制在正负 10% 内，中频焊接控制在正负 5% 内。

过程中我们也要对焊钳对上下电极臂对齐度进行监控（上下电极帽断面垂直贴合，端面直径 6~8mm）不准许出现焊钳错位、漏水等现象。

焊接设备选型方面，建议工频焊机升级为中频焊机保证批量焊接稳定性。综合考虑镀锌板的特性和悬点焊的要求，电阻焊机因其性能稳定、操作简便、焊接速度快等优点，成为镀锌板悬点焊的首选设备。当然，具体选择还需根据实际应用场景、设备成本、操作技术等因素进行综合考虑。此外，在选购焊机时，还需注意以下几点：①选择正规厂家生

产的焊机，确保设备质量和售后服务。②根据实际需求选择合适的焊机型号和功率，避免设备资源浪费。③注意设备的操作简便性和维护方便性，以降低操作成本和提高设备使用

寿命。

总之，镀锌板悬点焊的焊机选择应综合考虑多方面因素，以选出最适合的设备。

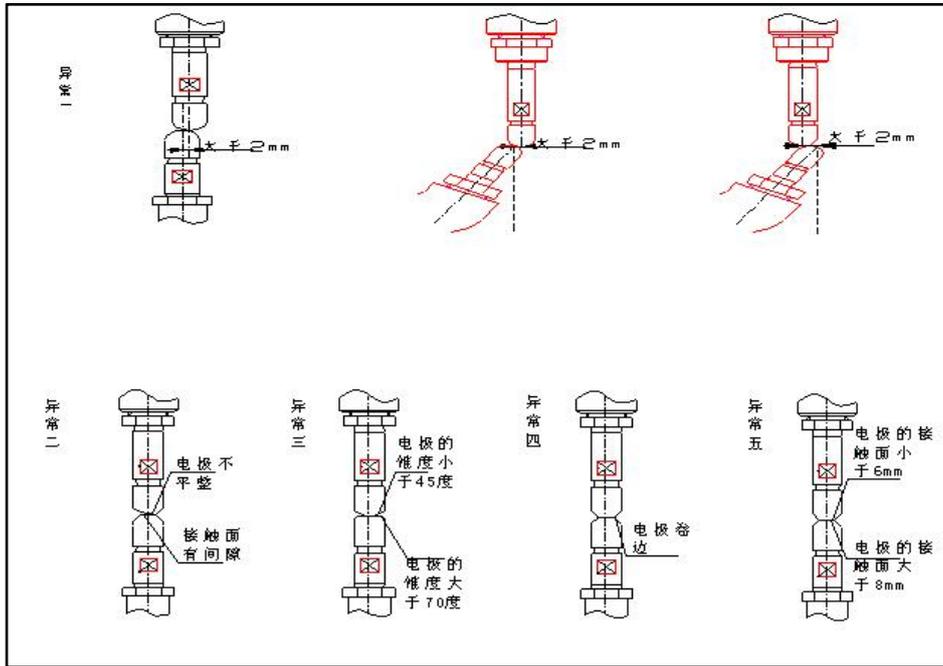


图3 电极帽常见缺陷

6 板件状态

①焊接过程中板件油污及表面杂质，会导致焊接电阻瞬间增大产生飞溅同时会带走部分焊接热量板件表面形成毛刺影响焊点熔核的形成，因此我们在上件前应对表面油污及杂质进行清擦，确保工件焊接面清洁。

②当板件搭接不齐时及焊接边过小，无法形成完整塑性，产生飞溅时，板件匹配我们要在生产过程中及工艺方法上去优化，料边小问题我们应在产品开发设计时要保证焊接料边一般不小于16mm。

③零部件匹配间隙，镀锌薄板厚度很多都低于2.0mm，母材特别容易焊穿，焊丝一般对应镀锌板匹配间隙应小于1.0mm，对于特殊位置焊缝匹配间隙要求更小，以0.6mm匹配间隙为最佳，对冲压模具的精度和稳定性要求较高。母材表面清洁度。母材表面的油污会影响锌层的熔化和挥发，容易使焊缝内部产生气孔，冲压模具需要采用水基润滑剂代替润滑油或焊接前擦拭料片表面油污。

7 结语

电阻点焊作为车身焊接的重要工艺方式，镀锌钢板与普通低碳钢板相比，其点焊可焊性有很大的特点，然影响镀锌板焊接质量因素有时比较复杂，解决此类问题需要协调和处理的技术问题多，只有我们在过程中通过焊接参数优化、电极帽材质选择、电极帽更换、焊接设备稳定性提升、板件间隙优化。通过提前预防风险点，过程中不断探索有效的、针对性的解决方法，提升镀锌板白车身焊接质量。

参考文献

- [1] 袁俊锋.汽车焊接质量控制与缺陷预防策略研究[J].汽车维修技师,2024(10):117-120.
- [2] 中国机械工程学会焊接学会,电阻焊(Ⅲ)专业委员会.电阻焊理论与实践[M].北京:机械工业出版社,1994.
- [3] 叶浩.汽车用镀锌板焊接缺陷控制研究进展[J].机械制造文摘(焊接分册),2021(4):25-29.

Methods and Applications of Equipment Manufacturing Process Control

Bingzhan Jin

Nanjing North Road Intelligent Control Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

With the rapid development of modern industry, the equipment manufacturing industry occupies an important position in China's national economy. Equipment manufacturing process control is the key link to ensure product quality, improve production efficiency and reduce production cost. However, in the actual production process, the equipment manufacturing process control faces many challenges due to the process parameter fluctuations, equipment failure, human operation error and other factors. With the continuous development of intelligent manufacturing, the process control technology will be more widely used, bringing more significant benefits to the equipment manufacturing industry. Therefore, it has important theoretical significance and practical application value to study the control method and application of equipment manufacturing process. This paper explores the importance of equipment manufacturing process control and analyzes various control methods aiming to improve the quality and efficiency of equipment manufacturing.

Keywords

equipment manufacturing; process control; control method

装备制造过程控制方法与应用

金兵展

南京北路智控科技股份有限公司, 中国 · 江苏 南京 210000

摘要

随着现代工业的快速发展, 装备制造业在中国国民经济中占据着重要地位。装备制造过程控制是保证产品质量、提高生产效率和降低生产成本的关键环节。然而, 在实际生产过程中, 由于工艺参数波动、设备故障、人为操作失误等因素, 装备制造过程控制面临诸多挑战。随着智能制造的不断发展, 过程控制技术将得到更加广泛的应用, 为装备制造业带来更加显著的效益。因此, 研究装备制造过程控制方法与应用具有重要的理论意义和实际应用价值。论文探讨了装备制造过程控制的重要性, 分析了多种控制方法, 旨在提高装备制造的质量和效率。

关键词

装备制造; 过程控制; 控制方法

1 引言

装备制造过程控制涉及多学科、多领域的交叉, 主要包括传感器技术、信号处理技术、控制理论、智能优化算法等。论文针对装备制造过程中的关键问题进行研究, 总结了装备制造过程控制中面临的主要问题和挑战, 并提出了相关策略。

2 过程控制在装备制造中的重要性

过程控制在装备制造中具有举足轻重的地位, 对于提高产品质量、降低生产成本、优化生产流程、提高企业竞争力等方面具有重要意义。在装备制造过程中, 任何一个环节

的误差都可能导致最终产品的质量。通过实施严格的过程控制, 可以实时监测生产过程中的各项参数, 如温度、压力、速度等, 确保这些参数符合设计要求, 从而保证产品质量的稳定性和一致性。通过自动化的过程控制, 可以减少人工干预, 降低操作人员的劳动强度, 提高生产效率^[1]。同时, 实时监测生产数据, 有助于及时发现生产过程中的瓶颈, 优化生产流程, 进一步降低生产成本。过程控制可以实时发现异常情况, 并采取相应的措施进行纠正, 避免出现批量不合格产品。这样不仅可以减少废品损失, 还可以降低因质量问题导致的返工和维修成本。此外, 过程控制有助于提高企业的竞争力。在当前市场竞争激烈的环境下, 企业需要不断提高产品质量和生产效率。通过实施先进的过程控制技术, 企业可以缩短产品研发周期, 降低生产成本, 提高产品质量, 从而在市场竞争中占据有利地位。

【作者简介】金兵展 (1992-), 男, 中国河南商丘人, 本科, 助理工程师, 从事机械制造研究。

3 装备制造过程控制方法

3.1 统计过程控制 (SPC)

统计过程控制 (Statistical Process Control, 简称 SPC) 是一种基于数理统计方法的过程控制工具, 通过对生产过程中的各个阶段进行评估和监控, 建立并维持过程处于可接受且稳定的水平。SPC 旨在通过监控、发现问题、解决问题, 使生产过程处于受控状态, 从而提高产品质量、降低成本、缩短交货期。SPC 广泛应用于制造业的各个领域, 包括装备制造、汽车、电子、医疗设备等。SPC 通过绘制制造流程图, 分析各环节的制造因素和品质特性; 制定操作标准, 进行标准的教育与训练; 进行制程能力解析, 确定管制界限; 制定品质管制方案, 包括抽样间隔、样本大小及管制界限; 绘制管制图, 判断制程是否处于受控状态; 发现异常现象, 找出不正常原因并加以消除; 如有必要, 修改操作标准 (甚至规格或公差)。

3.2 自动化控制技术

自动化控制技术是指利用计算机、电子、通信等技术, 对生产过程中的各种设备、工艺参数进行自动监控、调整和控制, 以提高生产效率和产品质量。自动化控制技术在装备制造、汽车、电子、航空航天等领域得到广泛应用^[2]。在实际应用过程中, 根据生产需求选择合适的自动化设备, 设计自动化控制系统, 包括硬件和软件, 将自动化设备与生产系统进行集成, 对自动化控制系统进行调试, 确保其正常运行, 对自动化控制系统进行运行监控和维护, 确保生产稳定。

3.3 精益生产控制

精益生产控制旨在通过消除浪费、优化流程、提高效率和质量, 从而提升企业的整体竞争力。首先, 对产品或服务进行价值分析, 明确客户需求, 确定哪些环节能够为客户带来价值, 哪些环节是浪费。实施 5S 活动, 即整理 (Seiri)、整顿 (Seiton)、清扫 (Seiso)、清洁 (Seiketsu) 和素养 (Shitsuke), 以创建整洁、有序的工作环境, 提高工作效率。引入看板系统, 通过可视化的方式监控生产流程, 确保物料、信息和生产活动在需要的时候流动。实施 JIT 生产, 即在客户需要时才生产所需的产品或零部件, 以减少库存和浪费。鼓励员工参与到持续改进活动中, 通过不断优化流程和操作, 提高生产效率和质量。制定标准作业程序, 确保每个员工都按照统一的规范进行操作, 减少错误和浪费。在设备上安装防错装置, 防止因操作错误导致的产品缺陷。定期对设备进行维护和保养, 确保设备处于最佳工作状态, 减少故障和停机时间。为员工提供培训和发展机会, 提高其技能和素质, 以适应精益生产的要求。利用数据分析工具, 对生产过程中的关键指标进行监控, 及时发现并解决问题。

3.4 六西格玛管理控制

在装备制造过程中, 六西格玛管理控制方法通过系统的流程优化和持续改进, 确保产品和服务质量达到极高的标准。六西格玛管理控制的核心是 DMAIC 流程, 包括明确项

目目标, 确定项目范围和关键利益相关者。收集数据, 建立测量指标, 以量化当前流程的性能。分析数据, 找出导致质量问题的根本原因。实施改进措施, 消除问题根源。建立控制机制, 确保改进措施得到持续执行。在装备制造过程中, 成立专门的质量改进团队, 负责执行 DMAIC 流程, 团队成员通常包括生产工程师、质量管理人员、研发人员等。六西格玛管理控制过程中广泛使用统计工具, 如散点图、控制图、方差分析等, 以数据为依据进行决策。通过六西格玛方法, 对制造流程进行优化, 消除浪费和缺陷, 提高效率。例如, 通过改进产品设计、优化工艺流程、减少停机时间等方式, 提高生产效率和产品质量。

4 装备制造过程控制的挑战与对策

4.1 过程控制中面临的主要问题和挑战

4.1.1 技术难题

随着科技的发展, 装备制造行业的技术更新速度越来越快, 企业需要不断投入研发资源, 以保持产品的竞争力。然而, 快速的技术更新给过程控制带来了巨大的挑战, 如何确保技术更新与生产过程的有效结合, 成为企业亟待解决的问题。装备制造过程中, 生产工艺复杂, 涉及多种加工、检测、装配等环节。在这个过程中, 如何确保各环节的精度和质量, 降低不良品率, 成为过程控制的重点和难点^[3]。虽然装备制造行业在自动化方面取得了一定进展, 但与发达国家相比, 我国装备制造行业的自动化程度仍有待提高。自动化程度不高导致生产效率低下, 不利于过程控制。

4.1.2 人员素质

装备制造过程中, 对员工的技术技能要求较高。然而, 目前我国装备制造行业员工的技能水平参差不齐, 部分员工缺乏必要的专业知识和操作技能, 影响过程控制的实施。部分员工对工作缺乏责任心, 对过程控制的重要性认识不足, 导致在生产过程中出现忽视质量、违规操作等现象, 严重影响过程控制的实施。

4.1.3 管理体制

部分企业对过程控制的认识不足, 管理理念滞后, 导致过程控制体系不健全, 无法有效指导生产实践。装备制造企业内部管理制度不完善, 缺乏对过程控制的有效监管和考核, 导致过程控制难以落到实处。企业内部信息沟通不畅, 导致过程控制信息无法及时传递, 影响过程控制的有效实施。

4.2 应对挑战的策略和建议

4.2.1 加强技术研发和创新

在装备制造过程中, 面对日益复杂的技术挑战和严格的质量要求, 加强技术研发和创新是解决过程控制挑战的关键。企业应增加研发资金投入, 支持前沿技术的研发与应用, 如人工智能、大数据、物联网等, 以提升制造过程的智能化水平。积极引进国外先进的制造技术和设备, 结合自身实际

情况进行消化、吸收和再创新，缩短与国际先进水平的差距^[4]。针对装备制造过程中的难点和痛点，开展技术创新项目，如精密加工、新型材料应用、智能化改造等，推动技术进步。与高校、科研院所建立合作关系，共同开展技术攻关，促进产学研一体化，加快技术创新成果的转化和应用。搭建装备制造信息平台，实现生产、管理、研发等环节的信息共享，提高协同工作效率，降低成本，提升企业竞争力。关注国际装备制造业的发展趋势，学习借鉴国外先进经验，为我国装备制造业的发展提供有益借鉴。

4.2.2 提高人员培训和素质提升

企业应建立以岗位需求为导向的培训体系，针对不同岗位、不同层次的人员制定相应的培训计划和内容。培训体系应涵盖职业技能、质量管理、安全生产、企业文化等多个方面。企业要注重培训师队伍建设，选拔具有丰富实践经验和较高理论水平的内部或外部专家担任培训教师。同时，鼓励教师参加各类培训，不断提升自身综合素质。结合实际生产需求，采用理论教学、实践操作、案例分享、现场观摩等多种培训方式，增强培训效果。如开展技能竞赛、技术比武等活动，激发员工学习热情。对培训表现优秀、技能水平提升明显的员工给予物质和精神奖励，激发员工学习的积极性。同时，对培训成果进行跟踪评估，确保培训效果。充分利用企业内部培训资源，如培训场地、设备、教材等，降低培训成本。同时，加强与外部培训机构的合作，共享优质培训资源。建立科学的培训效果评估体系，对培训成果进行量化分析，为后续培训工作提供依据。评估内容应包括知识掌握、技能水平、工作绩效等方面。关注员工个人职业发展规划，为员工提供职业成长路径和晋升机会，激发员工学习动力。

4.2.3 完善管理体系和流程优化

在装备制造过程中，完善管理体系和流程优化是确保生产效率、产品质量和成本控制的重点。企业需要建立健全的质量管理体系，确保所有生产环节都符合国家和行业标准。包括质量目标设定、质量策划、质量控制和质量评估等。制定清晰的组织架构和责任制度，确保每个岗位都有明确的工作职责和权限。这有助于提高工作效率，减少因责任不清导致的延误和错误。对现有生产流程进行评估和优化，消除

不必要的步骤和环节，提高生产效率。例如，通过引入精益生产理念，减少浪费，提高资源利用率^[5]。与供应商建立长期稳定的合作关系，确保原材料和零部件的质量和供应稳定性。同时，加强对供应链的监控，降低供应链风险。定期对生产过程进行内部审核，发现问题并及时整改，确保生产过程的规范性和稳定性。在生产过程中，严格控制关键环节，确保产品质量。同时，建立完善的质量追溯体系，便于对不合格产品进行追踪和处置。在保证产品质量的前提下，关注生产过程中的节约资源和保护环境，实现可持续发展。通过实施以上对策，企业可以有效解决装备制造过程中面临的挑战，提高生产效率、产品质量和市场竞争能力。

5 结论

装备制造过程控制系统设计应充分考虑实际生产需求，提高系统稳定性和可靠性。装备制造过程监测与诊断技术是实现故障早期发现和诊断的重要手段，有助于提高生产效率和产品质量。智能优化算法和先进控制策略在装备制造过程中的应用，有助于提高生产效率和产品质量。装备制造过程集成与协同是提高整体制造系统智能化水平的关键，有利于实现智能化生产。未来研究应进一步探索新型控制方法，提高装备制造过程的智能化水平，为我国制造业的发展提供有力支撑。

参考文献

- [1] 朱尚民.智能武器装备制造成熟度评价研究[D].哈尔滨工程大学,2022.
- [2] 曹星慧,程辉.以“中国制造2025”为需求牵引的过程装备控制技术及应用课程教学改革研究[J].化学工程与装备,2021,(11):299-300.
- [3] 张洲洋.新形势下过程装备与控制工程创新发展探讨[C]//华教创新(北京)文化传媒有限公司,中国环球文化出版社,2021教学改革成果交流暨专业发展战略研讨会论文集(五),西南石油大学机电工程学院,2021:9.
- [4] 邢萌.轻工装备制造阶段绿色质量追溯方法研究[D].天津:天津科技大学,2021.
- [5] 袁建中.基于制造成熟度提升的装备新产品试制过程控制[J].质量与可靠性,2019(5):5-9.

Research on the Application of CAD Technology in Mechanical Reliability Optimization Design

Bo Zhang

Nanjing North Road Intelligent Control Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

With the rapid development of global industrial technology, mechanical products are constantly improving in the structural complexity and performance requirements. Mechanical reliability design has become the key factor to improve product competitiveness and ensure product quality. The application of CAD (computer-aided design) technology in mechanical design provides strong support for the optimization design of mechanical reliability. The purpose of this study is to explore the application of CAD technology in mechanical reliability optimization design, explore the application scenarios of CAD technology in mechanical reliability optimization design, analyze the existing problems, and put forward the corresponding countermeasures to provide theoretical basis and technical support for China's machinery manufacturing industry.

Keywords

CAD technology; mechanical reliability optimization design; application strategy

关于 CAD 技术在机械可靠性优化设计中的应用研究

张波

南京北路智控科技股份有限公司, 中国·江苏 南京 210000

摘要

随着全球工业技术的飞速发展,机械产品在结构复杂性和性能要求上不断提升。机械可靠性设计已成为机械制造业提高产品竞争力、保障产品质量的关键因素。CAD(计算机辅助设计)技术在机械设计中的应用,为机械可靠性优化设计提供了有力支持。本研究旨在探讨CAD技术在机械可靠性优化设计中的应用,探讨了CAD技术在机械可靠性优化设计中的应用场景,分析了存在的问题,并提出了相应的对策,以期为我国机械制造业提供理论依据和技术支持。

关键词

CAD技术;机械可靠性优化设计;应用策略

1 引言

CAD技术在机械设计领域的应用已日趋成熟,其在提高设计效率、降低设计成本、提升产品品质等方面发挥着重要作用。然而,随着机械产品复杂性的增加,传统的CAD设计方法在可靠性优化设计方面存在一定局限性。为解决这一问题,本研究将CAD技术与机械可靠性设计相结合,通过优化设计方法,提高机械产品的可靠性和安全性。

2 CAD 技术在机械可靠性优化设计中的应用场景

2.1 产品概念设计阶段的应用

2.1.1 三维建模与可视化

在产品概念设计阶段,通过三维建模,设计师可以直

观地展示产品的外观、结构以及内部构造,便于进行方案的比较和筛选。同时,三维可视化技术使得设计过程更加直观,有助于设计师更好地理解产品特性,从而提高设计效率^[1]。快速建立产品三维模型,方便进行方案的比较和筛选。通过三维模型展示产品外观,便于客户和团队成员理解设计意图。利用CAD软件的参数化设计功能,方便调整和优化产品设计。在模型中添加动画效果,展示产品的工作原理和性能特点。

2.1.2 虚拟装配与干涉检查

在产品概念设计阶段,通过CAD软件进行虚拟装配,可以提前发现设计中的潜在问题,避免实际生产过程中出现装配困难或干涉现象。在计算机上模拟产品各部件的装配过程,检查是否存在装配干涉。通过调整部件尺寸、形状或位置,优化设计,确保产品装配顺畅。提前发现设计中的不足,降低后期修改成本。提高设计质量,确保产品可靠性。

【作者简介】张波(1993-),男,中国安徽宿州人,本科,助理工程师,从事机械设计、产品设计研究。

2.2 详细设计阶段的应用

2.2.1 结构分析与优化

在详细设计阶段，CAD 技术可以充分发挥其优势，通过有限元方法，对机械结构进行应力、应变、位移等分析，评估结构的强度、刚度和稳定性，为结构优化提供依据。利用 CAD 软件中的拓扑优化功能，对机械结构进行优化设计，降低材料消耗，提高结构性能^[2]。通过参数化设计，对机械结构进行快速修改和调整，实现设计方案的迭代优化。

2.2.2 材料选择与性能评估

在详细设计阶段，CAD 软件中的材料数据库包含了各种工程材料的性能参数，便于工程师根据设计需求选择合适的材料。通过 CAD 软件对材料性能进行分析，如强度、硬度、耐磨性等，评估材料在机械结构中的应用效果。利用 CAD 软件对材料在机械结构中的性能进行仿真验证，确保材料选择的合理性和可靠性。

2.3 制造工艺设计阶段的应用

2.3.1 数控编程与加工仿真

在机械产品的制造过程中，数控编程是关键环节之一。通过 CAD 软件，工程师可以方便地创建出产品的三维模型，并根据实际加工需求，进行数控编程。CAD 软件提供了丰富的编程功能，如刀具路径规划、加工参数设置等，使得编程过程更加高效、准确。在数控编程完成后，为了确保加工质量和提高生产效率，需要对加工过程进行仿真^[3]。CAD 软件中的加工仿真功能，可以模拟出实际的加工过程，包括刀具运动轨迹、切削力、切削温度等，从而帮助工程师发现潜在问题，并进行优化调整。

2.3.2 工装设计与验证

工装是保证机械产品加工精度和质量的重要手段。CAD 软件可以用于工装的设计，包括夹具、模具、量具等。通过三维建模和参数化设计，工程师可以快速、准确地完成工装设计。工装设计完成后，需要进行验证以确保其性能符合要求。CAD 软件可以提供工装验证功能，通过虚拟装配和运动仿真，模拟工装在实际加工过程中的表现，从而发现设计缺陷并进行改进。

3 CAD 技术在机械可靠性优化设计中存在的问题

3.1 技术层面的问题

3.1.1 模型精度与准确性

模型精度与准确性是 CAD 技术在机械可靠性优化设计中至关重要的基础。然而，在实际应用中，模型的精度和准确性往往难以保证。由于 CAD 软件的几何建模功能有限，在实际建模过程中可能存在几何形状的失真、尺寸偏差等问题，导致模型与实际产品存在差异。在建立模型时，需要合理设置材料属性和边界条件。然而，由于对材料性能和边界条件的理解不够深入，导致模型精度和准确性降低。CAD 软件在进行有限元分析等计算时，存在计算精度不足的问题，从而影响模型的精度和准确性。

题，从而影响模型的精度和准确性。

3.1.2 分析算法的局限性

尽管 CAD 技术在分析算法方面取得了显著进展，但仍存在局限性。例如，部分分析算法复杂度较高，难以在短时间内完成计算，导致设计周期延长。不同类型的分析算法对设计问题的适用范围有限，导致部分设计问题无法得到有效解决。随着新材料、新工艺的出现，现有分析算法无法适应新的设计需求，需要不断更新和改进。

3.1.3 数据转换与兼容性

数据转换与兼容性问题是在 CAD 技术在机械可靠性优化设计中的一个重要问题，由于不同 CAD 软件的数据格式存在差异，导致数据在传输过程中出现错误或丢失。在数据转换过程中，由于格式转换等原因导致数据精度降低，影响后续分析结果的准确性。部分 CAD 软件的数据接口不完善，导致数据在导入导出过程中出现困难，影响设计效率。

3.2 管理层面的问题

3.2.1 缺乏有效的项目管理

在实施 CAD 技术进行机械可靠性优化设计时，往往缺乏全面的项目规划，导致项目进度、资源分配和风险管理等方面存在漏洞。导致设计周期延长、成本超支以及设计质量不稳定。项目管理中，设计团队、工程师和决策者之间的沟通不畅，导致信息传递不及时、不准确，影响设计的顺利进行和优化效果的实现。在 CAD 技术应用过程中，缺乏统一的标准和流程，导致不同设计人员之间工作结果不一致，影响整个设计团队的协作效率。

3.2.2 知识产权保护问题

在 CAD 技术辅助下完成的设计成果，其知识产权的归属往往不明确，导致设计成果被非法复制、传播，损害原创者的权益。在设计过程中，涉及的技术信息、设计图纸等资料，若保护措施不到位，容易泄露给竞争对手，造成技术优势的丧失。在应用 CAD 技术进行设计时，会无意中侵犯他人的专利权，导致法律责任和商业风险。

4 CAD 技术在机械可靠性优化设计中的对策

4.1 技术改进措施

4.1.1 提高模型精度和准确性的方法

采用高精度的几何建模技术，如 NURBS（非均匀有理 B 样条）曲面建模，以确保设计的几何形状更加精确。利用先进的有限元分析（FEA）软件，对设计模型进行仿真分析，通过多次迭代优化设计，提高模型的实际应用精度^[4]。运用先进的测量技术，如激光扫描和逆向工程，对现有机械进行精确测量，为 CAD 设计提供可靠的数据基础。加强与实际制造工艺的结合，通过模拟加工过程，确保设计模型在实际生产中的可行性。

4.1.2 优化分析算法和软件

研发和优化适用于机械可靠性优化设计的算法，如蒙特卡罗模拟、响应面法等，提高分析效率。开发具备智能化、

自适应功能的 CAD 软件,使软件能够根据设计需求自动调整参数,提高优化效果。引入云计算、大数据等技术,实现设计数据的共享和协同,提高设计效率和准确性。

4.1.3 加强数据管理与转换技术

建立统一的数据管理平台,实现设计数据的高效存储、检索和共享。开发适用于不同设计阶段的数据转换工具,确保数据在不同软件、系统间的无缝衔接。加强数据安全性和保密性,确保设计过程中的数据不被泄露和篡改。通过以上对策的实施,CAD 技术将在机械可靠性优化设计中发挥更大的作用,提高设计质量和效率,降低设计成本,为中国机械制造业的转型升级提供有力支持。

4.2 管理优化策略

4.2.1 建立完善的项目管理体系

明确项目的具体目标和需求,包括设计目标、性能要求、成本预算、进度安排等。这有助于确保项目团队对项目的整体方向有清晰的认识,从而在设计 and 实施过程中始终保持一致性^[5]。根据项目需求,合理配置项目团队成员,包括设计师、工程师、质量管理人员等。团队成员应具备丰富的专业知识和实践经验,以确保项目顺利进行。制定一套标准化的设计流程,包括设计规范、评审标准、变更管理等,以确保项目设计质量。这有助于提高设计效率,降低设计风险。加强项目团队之间的沟通与协作,确保信息及时传递。可以通过定期召开项目会议、使用项目管理软件等方式,提高团队协作效率。对项目设计过程中出现的变更进行严格的审批和管理。任何变更都需经过评估,确保对项目目标和质量的影响最小化。在项目实施过程中,加强对设计、加工、装配等环节的质量监控。通过质量检测、验收等手段,确保项目产品符合设计要求和标准。对项目过程中的所有文档进行统一管理,包括设计图纸、技术规范、测试报告等。这有助于提高项目文档的查询和共享效率,便于后续项目的追溯和总结。定期对项目进度和风险进行评估,及时发现并解决问题。这有助于确保项目按计划推进,降低项目风险。对项目团队成员进行定期培训,提高其专业技能和团队协作能力。这有助于提升项目整体执行力和创新能力。对项目团队成员进行考核,以激励团队提高工作效率和质量。考核内容应包括项目进度、质量、成本、风险控制等方面。通过以上措施,可以建立一个完善的项目管理体系,为机械可靠性优化设计提供有力保障。

4.2.2 加强知识产权保护意识

在机械可靠性优化设计中,加强知识产权保护意识是至关重要的对策之一。以下是对此策略的详细阐述:企业应加强对知识产权保护知识的普及和宣传,让员工充分认识到知识产权的重要性,提高全员知识产权保护意识。企业应建

立健全的知识产权管理制度,明确知识产权的申请、审批、保护等流程,确保知识产权得到有效保护。企业在进行技术研发时,应注重知识产权的获取和保护。对于关键技术和核心技术,应尽早申请专利,以防止技术泄露和侵权行为。企业与高校、科研机构在合作研发过程中,应签订知识产权共享协议,明确知识产权的归属和保护措施。企业应密切关注行业动态,了解知识产权法律法规的变化,建立知识产权预警机制,及时发现和应对潜在的知识产权风险。企业应定期组织内部知识产权培训,提高员工对知识产权的认识和掌握程度,确保员工在实际工作中能够正确运用知识产权。对于有国际业务的企业,应关注国际知识产权法律法规,积极参与国际知识产权保护,确保企业国际市场的竞争力。企业在研发、生产、销售等环节,应对产品、技术、设计等涉及知识产权的方面进行审查,确保不侵犯他人知识产权。企业应建立健全知识产权纠纷应对机制,针对知识产权侵权、纠纷等问题,及时采取措施维护自身合法权益。企业应积极参与知识产权维权活动,支持知识产权保护机构的工作,共同维护良好的知识产权保护环境。通过以上策略的实施,企业可以有效提高机械可靠性优化设计中的知识产权保护水平,为企业持续发展提供有力保障。

5 结论

CAD 技术在机械可靠性优化设计中具有重要作用,可以提高设计效率、降低设计成本,提升产品品质。结合 CAD 技术,可以实现对机械产品的结构优化、材料选择、工艺改进等方面的全面分析,从而提高产品的可靠性。通过优化设计方法,可以有效地解决传统 CAD 设计在可靠性优化设计中的局限性。CAD 技术在机械可靠性优化设计中的应用具有广阔的前景,有助于推动我国机械制造业的可持续发展。本研究为 CAD 技术在机械可靠性优化设计中的应用提供了理论依据和实践指导,有助于提高我国机械产品的竞争力。

参考文献

- [1] 宋鹏.机电一体化技术在机械设计制造中的应用研究[J].现代制造技术与装备,2023,59(12):43-45.
- [2] 吴锦虹.CAD/CAE技术在机械设计与模具设计中的应用[J].中国机械,2023(36):101-104.
- [3] 冯君毅.三维CAD技术在现代汽车机械设计中的应用[J].汽车测试报告,2023(22):34-36.
- [4] 范振铎.CAD技术在机械设计中的应用与展望[J].农业工程与装备,2023,50(5):63-64.
- [5] 刘云香,刘艳想,杨翠.智能CAD技术在电梯机械设计系统的应用[J].设备管理与维修,2023(18):42-43.

Research on the Accuracy of Laboratory Inspection Results and Quality Control Methods

Wenxiang Li

Chifeng City Product Quality Inspection and Testing Center, Chifeng, Inner Mongolia, 024000, China

Abstract

Research on the accuracy of laboratory test results and quality control methods, and discusses the basic principle of laboratory quality control, including the definition, purpose, basic elements and process of quality control. In order to achieve high-quality inspection results, the paper also details the specific methods of laboratory quality control, such as the formulation and implementation of standard operating procedures, strengthening the training and management of laboratory technicians, ensuring the calibration and maintenance of laboratory instruments, and standardizing the treatment and management of laboratory samples. These measures together constitute the laboratory quality control system, aiming to improve the accuracy of test results and ensure the scientific and standardization of laboratory work.

Keywords

laboratory test; accuracy; quality control

实验室检验结果的准确性与质量控制方法研究

李文香

赤峰市产品质量检验检测中心, 中国·内蒙古赤峰 024000

摘要

实验室检验结果的准确性与质量控制方法研究, 探讨了实验室质量控制的基本原理, 包括质量控制的定义、目的、基本要素及流程。为实现高质量的检验结果, 论文还详细阐述了实验室质量控制的具体方法, 如制定并执行标准操作规程、加强实验室技术人员的培训与管理、确保实验室仪器的校准与维护以及规范实验室样品处理与管理。这些措施共同构成了实验室质量控制体系, 旨在提升检验结果的准确性, 保障实验室工作的科学性和规范性。

关键词

实验室检验; 准确性; 质量控制

1 引言

实验室检验结果的准确性对于科研、医疗、环境监测等众多领域至关重要。然而, 检验过程中存在的各种误差和偏差可能对结果的可靠性产生重大影响。因此, 深入研究实验室质量控制方法, 确保检验结果的准确性, 成为当前研究的重要课题。论文旨在探讨实验室检验结果的准确性与质量控制方法, 分析影响检验结果准确性的因素, 并提出有效的质量控制策略, 以为实验室工作提供科学依据和技术支持。

2 实验室质量控制的基本原理

2.1 质量控制的定义与目的

质量控制, 这一术语在实验室检测领域扮演着至关重要

的角色。它不仅是指指在实验室检测过程中, 为确保检测结果的准确性、可靠性和一致性而精心策划并实施的一系列系统性措施和活动, 更是一种全面而深入的质量管理手段。其核心目的在于深入识别、有效消除或尽可能减少那些可能对检测质量产生不利影响的各类因素, 从而确保实验室的检测工作能够严格遵循既定的质量要求, 为临床诊断和治疗提供坚实可靠的依据。通过实施严格的质量控制, 实验室能够及时发现并纠正检测过程中可能出现的偏差和错误, 从而确保检测结果的准确性和可靠性。

2.2 质量控制的基本要素

质量控制的基本要素构成了实验室检测工作的基石, 它们共同确保检测结果的准确性和可靠性。在这些要素中, 人员要素是至关重要的。实验室工作人员需要拥有扎实的专业知识和熟练的操作技能, 以便能够按照既定的程序和方法进行准确的检测操作。他们必须经过严格的培训和考核, 以确保在检测过程中能够准确识别和处理各种可能出现的问题, 从而确保检测结果的准确性和可靠性。设备要素同样不

【作者简介】李文香(1974-), 女, 蒙古族, 中国内蒙古赤峰人, 本科, 副高级工程师, 从事食品检验检测、食品监督抽检、实验室管理研究。

容忽视，实验室设备作为检测工作的直接工具，其性能的稳定性和准确度直接决定了检测结果的精度。因此，实验室必须确保设备具备良好的性能，能够准确地进行测量和分析。设备的维护和保养也是至关重要的，必须定期进行校准和检修，以确保其始终保持在最佳工作状态。材料要素也是影响检测结果的重要因素之一，检测所使用的试剂、耗材等必须质量可靠，以确保它们不会对检测结果产生不良影响。实验室必须选择信誉良好的供应商，并严格按照规定的方法进行储存和使用，以确保材料的品质^[1]。方法要素要求检测方法必须科学、合理、准确。检测方法的选择应根据待测物质的性质和检测要求来确定，以确保能够真实反映待测物质的性质，实验室必须定期对检测方法进行验证和优化，以确保其始终能够满足检测需求。环境要素同样对检测结果产生重要影响。实验室必须具备适宜的检测环境，包括温度、湿度、光照等条件，以避免外界因素对检测结果产生干扰。

2.3 质量控制的基本流程

质量控制的基本流程是一个系统而细致的过程，它涵盖了从计划到实施、再到检查与改进的完整循环。在计划阶段，实验室需明确质量控制的目标、方法和具体措施，这些目标应紧密围绕提高检测结果的准确性和可靠性来设定。同时，还需详细规划质量控制的具体内容和要求，确保每一个检测环节都有明确的质量控制标准。这一阶段的细致规划为后续的质量控制活动提供了清晰的指导方向。进入实施阶段，实验室将按照计划要求，一丝不苟地执行各项质量控制活动。这包括设备的定期校准与验证，以确保其性能稳定、准确度高；方法的验证与优化，以确保检测方法能够真实反映待测物质的性质；环境的监控与管理，以提供一个适宜且稳定的检测环境。这些活动的严格执行是保障检测结果准确

性的关键。随后进入检查阶段，实验室将对质量控制活动的执行情况进行全面而细致的检查。这一步骤旨在评估质量控制的效果，发现可能存在的问题或偏差。通过对比检测结果与质量控制标准，实验室能够及时发现并纠正检测过程中的不足，确保检测结果的准确性和可靠性^[2]。

3 实验室质量控制的方法

3.1 标准操作规程的制定与执行

标准操作规程（SOP）的制定与执行在实验室质量控制中占据着举足轻重的地位。它们是实验室开展检测工作的基本准则，确保了从样品接收的那一刻起，直至检测报告的最最终出具，每一步操作流程都有明确的指导和规范。这些规程不仅详细列出了实验的具体步骤，如样品的预处理、仪器的操作参数、试剂的配制比例等，还涵盖了设备的使用规范、数据的处理方法以及记录的保存方式等重要环节。

制定 SOP 的目的是统一实验室内的操作标准，消除因个人习惯或理解差异而导致的操作变异，从而确保检测结果的准确性和可靠性。通过将这些规程以书面形式固定下来，实验室人员可以清晰地了解到每一步操作的具体要求，避免在操作过程中的遗漏或误解。在执行 SOP 的过程中，实验室人员必须严格遵守每一项规定，确保每一步操作都准确无误。这要求他们不仅要熟悉规程的内容，还要具备高度的责任心和执行力。通过不断的实践和验证，实验室人员可以进一步加深对 SOP 的理解，并在实际操作中不断优化和完善规程，使其更加符合实验室的实际情况和需求。另外，实验室还应定期对 SOP 进行审查和更新，以适应新的检测技术、设备或法规的变化。通过持续不断地优化和改进，实验室可以确保 SOP 始终保持其有效性和适用性，为实验室的质量控制提供有力的保障。

表 1 标准操作规程（SOP）的制定与执行中实验室内部的具体操作和管理

项目	描述 / 数据范围	备注
SOP 的制定		
制定周期	数周至数月	取决于实验室规模、复杂性和资源投入
制定人员	5~10 人（中型实验室）	涉及技术人员、质量管理人和项目负责人
SOP 文档数量	数十至数百份	取决于检测项目数量、技术复杂性和管理要求
SOP 的执行		
执行人员	数十名技术人员和辅助人员（中型实验室）	所有参与检测工作的人员
执行频率	多次操作（每个检测项目）	取决于检测工作量
执行效果评估	每年数次	通过内部审核、外部评审或客户反馈
SOP 的审查和更新		
审查周期	每年或每两年	确保符合最新技术、设备或法规要求
更新内容比例	10%~30%	取决于技术变革速度和实验室适应性
更新流程	数周至数月	包括起草、审核、批准和发布等步骤

3.2 实验室技术人员的培训与管理

实验室技术人员的专业能力和操作技巧是确保检测结果精确无误的基石。他们作为实验室检测工作的直接执行者，其素质的高低直接关系到检测结果的准确性和可靠性。所以，对技术人员进行全方位、系统性的培训和管理，成为实验室质量控制工作中不可或缺的一环。

另外，随着检测技术的不断发展，培训内容还需紧跟时代步伐，及时引入最新的检测技术、方法和设备，确保技术人员始终站在技术的前沿^[3]。在培训的同时，建立有效的管理机制同样至关重要。这包括定期考核机制，通过理论考试、实操考核等方式，对技术人员的专业水平进行客观评价；技能竞赛机制，通过组织内部或跨实验室的技能竞赛，激发技术人员的学习热情和竞争意识；以及继续教育机制，鼓励技术人员参加各类培训、研讨会和学术交流等活动，不断提升自身的专业素养和综合能力。通过这些措施的实施，实验室不仅能够确保技术人员具备胜任岗位的能力，还能激发他们的学习动力和创新精神，为实验室的持续发展提供坚实的人才保障。

3.3 实验室仪器的校准与维护

实验室仪器的精度和稳定性，作为检测工作能否得出准确结果的核心要素，其重要性不言而喻。为了确保每一次检测都能达到预期的精度要求，对实验室仪器进行定期的校准与维护显得尤为关键。

校准，这一过程是通过将仪器与已知准确度的标准物质进行比对，从而发现并调整仪器可能存在的偏差，确保其在测量过程中能够给出准确无误的结果。这一步骤是确保仪器精准度的基石，也是实验室质量控制不可或缺的一环^[4]。通过校准，实验室可以有效消除因仪器自身原因导致的测量误差，提高检测数据的准确性和可靠性。而维护，则是对仪器进行日常清洁、保养以及故障排查的统称。它涵盖了从简单的表面清洁，到复杂的内部组件检查与更换等一系列活动。日常清洁能够去除仪器表面的污垢和残留物，防止其对测量结果产生干扰；保养则包括定期更换磨损部件、检查电路连接等，以延长仪器的使用寿命；故障排查则是在仪器出现异常时，通过专业手段找出问题所在，并进行及时修复，确保仪器能够迅速恢复正常工作状态。

3.4 实验室样品处理与管理

在实验室的日常运作中，样品的正确处理和妥善管理扮演着举足轻重的角色，它们直接关系到检测结果的准确性

和可靠性。为了确保每一个样品都能得到精准无误的检测，实验室必须构建一套严密且高效的样品接收、登记、存储、处理和处置流程体系。

样品的接收环节是这一流程的起点，实验室应设立专门的接收窗口或区域，由专人负责接收并核对样品信息，确保样品的来源、数量、类型等信息准确无误地记录在案。对样品的外观、状态进行初步检查，以便及时发现并处理任何可能的异常情况。紧接着是样品的登记环节，实验室应建立详尽的样品登记制度，将每个样品的接收时间、送样单位、检测项目等信息逐一录入系统，形成完整的样品信息库。这不仅有助于实验室对样品进行追踪和回溯，还能为后续的检测工作提供便利。样品的存储条件同样至关重要，实验室应根据不同样品的特性和检测需求，设定适宜的存储环境，如温度、湿度、光照等，还需定期对存储环境进行监测和记录，确保样品在存储过程中不会因环境因素而发生变质或损坏。在处理样品时，实验室应遵循科学、规范的操作方法，确保每一步操作都符合标准流程，避免任何可能导致的污染或交叉干扰，实验室还应建立严格的样品处理记录制度，详细记录每一步处理过程，以便在必要时进行回溯和审查^[5]。

4 结语

实验室检验结果的准确性依赖于全面的质量控制体系。通过明确质量控制的定义与目的，把握其基本要素和流程，实施标准操作规程、加强技术人员培训管理、确保仪器校准维护和规范样品处理，可以有效提升实验室检验的准确性和可靠性。未来，随着科技的进步和检测需求的增长，实验室质量控制方法将不断优化和完善，为科研、医疗等领域提供更加精准、可靠的检测结果支持。

参考文献

- [1] 陈丽,林月莹,林玉影,等.实验室质量控制对临床尿液检验的影响[J].中国城乡企业卫生,2023,38(12):137-139.
- [2] 董丽荣,刁玉华,安宁,等.基于质控样测试的内部质量控制结果分析[J].中国标准化,2023(21):214-218.
- [3] 孟婷.影响食品实验室理化检验环节的因素及质量控制对策[J].食品安全导刊,2023(19):42-44+61.
- [4] 裴秀英.食品检验实验室检验结果准确度控制措施研究[J].食品安全导刊,2023(13):28-30.
- [5] 王建军,王发基.LIMS在食品检验实验室质量控制中的作用探究[J].食品安全导刊,2023(12):28-31.

Factors Analysis and Application Research of Product Design in Mechanical Design and Manufacturing

Hongyin Nie

Nanjing North Road Intelligent Control Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

With the rapid development of the global economy and the continuous progress of science and technology, the mechanical design and manufacturing industry is facing unprecedented challenges and opportunities. As the core link of mechanical design and manufacturing, the quality of product design directly affects the performance, cost, reliability and market competitiveness of products. However, in the actual mechanical design and manufacturing process, product design is often affected by a variety of factors, such as materials, technology, market, etc. Further study of the factors of product design in mechanical design and manufacturing and its application, it is of great significance to improve the product performance, reduce the cost and shorten the R&D cycle. This paper discusses the application scenarios of product design in mechanical design and manufacturing, analyzes the current existing problems, and puts forward the corresponding countermeasures.

Keywords

product design; mechanical design and manufacturing; influencing factors; application strategy

产品设计在机械设计制造中的因素分析和应用研究

聂红银

南京北路智控科技股份有限公司, 中国·江苏南京 210000

摘要

随着全球经济的快速发展和科技的不断进步,机械设计制造行业面临着前所未有的挑战和机遇。产品设计作为机械设计制造的核心环节,其质量直接影响到产品的性能、成本、可靠性和市场竞争力。然而,在实际的机械设计制造过程中,产品设计往往受到多种因素的影响,如材料、工艺、市场等。深入研究产品设计在机械设计制造中的因素及其应用,对于提高产品性能、降低成本、缩短研发周期具有重要意义。论文探讨了产品设计在机械设计制造中的应用场景,分析了当前存在的问题,并提出了相应的对策。

关键词

产品设计; 机械设计制造; 影响因素; 应用策略

1 引言

论文旨在分析产品设计在机械设计制造中的关键因素,探讨这些因素如何影响产品设计,以及如何将这些因素应用于实际生产中。通过对产品设计、制造工艺、材料选择、市场需求的深入分析,本研究旨在为机械设计制造提供理论支持和实践指导。

2 产品设计在机械设计制造中的应用

2.1 概念设计阶段的应用

2.1.1 市场需求分析

在概念设计阶段,产品设计首先需要关注市场需求分析。通过对市场的深入了解,设计师可以明确产品的目标用

户、应用领域以及潜在的市场竞争情况。分析目标用户对产品的功能、性能、外观、价格等方面的期望,确保产品能够满足用户的基本需求^[1]。研究产品在各个应用领域的市场需求,如工业、农业、医疗、军事等,以便在设计中考虑到不同领域的特殊要求。分析市场上现有产品的优缺点,了解竞争对手的产品特点,为设计出具有竞争力的产品提供参考。

2.1.2 创意构思与概念生成

在明确市场需求的基础上,设计师需要进行创意构思,生成初步的概念设计。设计师根据市场需求,运用创新思维,提出具有创意的产品设计方案。这一过程可以包括头脑风暴、思维导图、类比设计等方法。在创意构思的基础上,设计师将初步的设计方案转化为具体的概念设计。概念设计应包括产品的功能、结构、形态、材料等方面的设想。对概念设计进行可行性分析,包括技术可行性、经济可行性、市场可行性等,确保设计方案的可行性。

【作者简介】聂红银(1992-),男,中国山西朔州人,本科,助理工程师,从事工业设计研究。

2.2 详细设计阶段的应用

2.2.1 结构设计与优化

根据机械的功能和性能要求,设计出合理的部件形状、尺寸和相互关系,确保机械的整体性能。对机械结构进行力学分析,包括强度、刚度和稳定性分析,确保结构在受力时不会发生破坏^[2]。通过对结构进行优化设计,提高机械的性能和可靠性。优化设计包括优化结构形状,降低材料消耗;优化材料选择,提高结构强度和耐久性;优化装配方式,简化装配过程,降低装配难度。

汽车发动机曲轴是发动机的关键部件之一,其主要功能是将活塞的往复运动转换为旋转运动,进而驱动汽车行驶。曲轴的设计直接关系到发动机的性能、效率和可靠性。在机械设计制造中,详细设计阶段的曲轴结构与优化尤为重要。采用有限元分析(FEA)对曲轴进行结构分析,确定曲轴的关键受力区域和应力分布,为结构优化提供依据。针对曲轴关键受力区域,采用有限元优化方法进行结构优化,如改变截面形状、增加壁厚等,以提高曲轴的强度和刚度。采用拓扑优化方法,对曲轴进行轻量化设计,降低曲轴重量,提高燃油经济性。针对曲轴的耐磨性,选择合适的材料,并进行表面处理,提高曲轴的耐磨性能。动平衡设计方面,利用计算机辅助设计(CAD)软件,对曲轴进行三维建模,确定曲轴的几何形状和尺寸。运用计算机辅助工程(CAE)软件,对曲轴进行动平衡仿真,分析曲轴的动力特性。根据仿真结果,调整曲轴的结构和材料,优化曲轴的动平衡性能。通过详细设计阶段的曲轴结构与优化,该汽车发动机的曲轴在满足强度、刚度、耐磨性等性能要求的同时,曲轴重量降低了约10%,提高了燃油经济性;曲轴的强度和刚度得到了显著提高,延长了使用寿命;曲轴的动平衡性能得到了优化,降低了发动机运行时的振动和噪声。

2.2.2 材料选择与工艺规划

在详细设计阶段,材料选择和工艺规划对机械制造质量、成本和性能具有重要影响。根据机械的性能要求和加工工艺,选择合适的材料^[3]。材料选择应考虑强度、硬度、韧性等力学性能;耐磨性、耐腐蚀性等化学性能;热稳定性、导电性等物理性能;加工性能,如切削性能、焊接性能等。根据材料特性和加工要求,制定合理的加工工艺。工艺规划应考虑加工方法的选择,如车削、铣削、磨削等;加工精度和表面质量要求;加工设备的选择;工艺流程的优化,降低加工成本。

2.3 制造与装配阶段的应用

2.3.1 可制造性设计

可制造性设计(Design for Manufacture,简称DFM)是指在产品设计中,充分考虑产品制造过程中可能遇到的问题,并采取提前措施,以提高产品生产的效率和质量,降低成本。在保证产品功能的前提下,尽可能简化产品结构,减少零部件数量和种类^[4],降低制造难度。采用标准件、通用件,减少定制件的使用,降低生产成本。根据产品特点,

合理选择和优化加工工艺,提高生产效率。在满足性能要求的前提下,选用成本较低的材料,降低生产成本。通过设计实现生产线的自动化,降低人工成本,提高生产效率。

2.3.2 装配工艺设计

装配工艺设计(Design for Assembly,简称DFA)是指在产品设计中,充分考虑产品装配过程中的要求,以提高装配效率和质量。将产品划分为若干模块,实现模块间快速装配,提高装配效率^[5]。合理规划装配顺序,减少装配过程中的返工和调整。尽量减少专用装配工具的使用,降低生产成本。采用高精度设计和装配技术,确保产品性能稳定。设计易于拆卸、维修和维护的结构,降低售后服务成本。

3 产品设计在机械设计制造中的影响因素

3.1 材料选择

材料的选择直接影响产品的性能,如强度、硬度、韧性、耐腐蚀性等。在设计过程中,需要根据产品用途、工作环境等因素综合考虑材料性能,以确保产品在满足性能要求的同时,具有良好的经济性。材料成本是产品成本的重要组成部分,在满足产品性能的前提下,应选择性价比高的材料,以降低产品成本。材料的加工性能对产品制造过程具有重要影响,在设计过程中,应选择易于加工的材料,以降低生产成本,提高生产效率。随着环保意识的提高,材料的选择还应考虑其环保性能,如可回收性、无害化处理等。

3.2 制造工艺

不同的制造工艺对产品的性能有较大影响。如焊接、铸造、切削、注塑等工艺对产品强度、尺寸精度、表面质量等方面均有影响。不同的制造工艺对生产成本的影响较大。在设计过程中,应综合考虑制造工艺对成本的影响,选择合适的工艺。制造工艺的复杂程度和自动化程度会影响生产效率。在设计过程中,应尽量简化工艺,提高生产效率。

3.3 市场需求

市场需求是产品设计的重要依据。在设计过程中,要充分考虑用户需求,确保产品功能满足市场要求。外观设计是产品市场竞争力的关键因素。在设计过程中,要关注用户审美需求,提高产品外观设计水平。市场需求对产品成本有直接或间接影响。在设计过程中,要综合考虑成本因素,确保产品在满足市场需求的同时,具有竞争力。

4 产品设计在机械设计制造中存在的问题

4.1 沟通不畅

设计师与制造人员之间的沟通不畅是一个普遍存在的问题。设计师与制造人员缺乏直接交流平台,导致信息传递不及时;设计师对制造工艺的了解不足,无法在设计初期充分考虑制造过程中的技术难点;制造人员在设计初期未能及时反馈制造难度,使得设计后期出现返工,影响生产效率。在设计过程中,信息的准确传递至关重要。然而,由于以下原因,设计图纸、技术文档等传递过程中出现误差;设计师

与制造人员对技术术语的理解存在差异；设计变更频繁，导致信息传递过程中出现滞后。

4.2 创新能力不足

在机械设计制造领域，设计师的思维局限主要体现在设计经验不足，对新技术的应用和探索不够；对行业发展趋势和市场需求缺乏敏感度，导致设计创新不足；设计团队内部缺乏创新氛围，导致设计师不敢尝试新方法。机械设计制造涉及多个学科领域，如力学、材料学、电子学等。然而，许多设计师在专业领域内知识结构单一，缺乏跨学科知识，导致设计方案难以兼顾多个学科领域的需求；设计过程中难以解决跨学科领域的问题；难以实现跨学科领域的创新。

4.3 成本控制问题

在产品阶段，由于缺乏对实际生产过程中的各种因素（如材料价格波动、生产效率、加工难度等）的准确把握，导致成本预估存在较大偏差。这种不准确预估会直接影响到产品的市场竞争力，增加企业的经营风险。在产品阶段，材料和工艺的选择对成本控制至关重要。然而，由于设计人员对材料性能和工艺特点了解不足，或受限于预算限制，可能导致选择不当，进而增加生产成本。此外，材料浪费和工艺复杂化也会导致成本上升。

4.4 可持续性发展的挑战

随着全球环境问题日益突出，环保要求已成为机械设计制造领域的重要考量因素。然而，部分企业在产品阶段对环保要求重视不足，导致产品在使用过程中对环境造成较大污染，违背可持续发展的理念。在产品阶段，若未能充分考虑资源的有效利用，将导致资源浪费。例如，产品设计过于复杂，导致生产过程中材料浪费；或产品生命周期结束后，难以回收利用，增加环境负担。

5 解决产品设计在机械设计制造中问题的对策

5.1 加强设计与制造的协同

在设计阶段，设计师与制造工程师之间应建立良好的沟通渠道，确保双方对产品设计理念、工艺流程、制造要求等方面有清晰的认识。可以通过定期召开会议、开展技术交流、利用协同设计软件等方式实现。运用数字化技术，如CAD、CAM、CAE等软件，实现设计与制造信息的实时共享，减少信息传递过程中的误差和延误。同时，建立统一的数据格式和标准，提高设计文件的准确性和兼容性。

5.2 提升创新能力

加强设计师和工程师的创新意识，鼓励他们敢于尝试

新方法、新技术，勇于突破传统设计思路。可以通过组织创新培训、开展头脑风暴、设立创新奖励机制等方式激发创新思维。推动机械设计制造领域与其他学科（如材料科学、计算机科学、自动化等）的交叉融合，培养具有跨学科背景的设计人才。同时，加强企业、高校和科研机构的合作，促进技术创新和成果转化。

5.3 优化成本控制

在设计阶段，根据市场需求和预算，确定合理的成本目标。将成本分解为原材料、人工、制造、销售等各个环节，便于成本控制。通过优化设计、改进工艺、提高生产效率等方式，降低成本。对产品功能进行识别，确定哪些是关键功能，哪些是辅助功能。根据功能的重要性，分析成本与功能之间的关系，找出成本过高的部分。针对成本过高的部分，提出改进措施，降低成本。

5.4 推动可持续性设计

了解并遵守国家 and 地方环保法规、标准和政策。确保产品设计符合环保要求，降低对环境的污染。在设计阶段，充分考虑产品的可回收性、可拆卸性、易维修性等绿色设计要素。在原材料选择上，优先选用可再生、可降解、低毒、无害的环保材料。通过优化生产过程，提高资源利用率，降低能源消耗和废弃物排放。

6 结论

产品设计是机械设计制造的核心环节，对产品性能、成本、可靠性和市场竞争力具有重要影响。材料选择、制造工艺、市场需求等因素对产品设计具有重要影响，需综合考虑。优化产品设计，降低成本，缩短研发周期，满足市场需求，是提高产品竞争力的关键。在实际生产中，应关注产品设计因素，提高产品设计水平，以适应市场变化和满足用户需求。

参考文献

- [1] 杨园园,崔峻硕,赵佳琪,等.人工智能技术在机械设计制造中的应用研究[J].信息记录材料,2023,24(12):189-191.
- [2] 张培源.自动化技术在农业机械设计制造中的应用[J].粮油与饲料科技,2023(1):187-189.
- [3] 拾袞春.计算机辅助技术在机械设计制造领域中的应用[J].造纸装备及材料,2023,52(10):106-108.
- [4] 王建兴.机械设计制造中渗透绿色理念的实践研究分析[J].大众标准化,2023(18):65-67.
- [5] 张静.自动化技术在机械设计制造中的应用[J].造纸装备及材料,2023,52(8):68-70.

Research on the Application of Mechatronics Technology in Industrial Automation

Yingping Qiu

Yunnan Poly Tiantong Underwater Equipment Technology Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

Under the current trend of accelerating the industrialization process, it has promoted the development of industrial automation technology. Mechatronics technology is the concrete embodiment of industrial automation, which plays an important supporting role in the development of industrial automation, and is deeply concerned about and recognized by the industrial field. Mechatronics technology is a collection of mechanical technology, electronic technology and information technology. It can realize the integration of technology and elements of the whole process of industrial design, manufacturing, testing and operation, effectively promote the modernization and automation of industrial production, improve production efficiency and reduce costs and risks. In order to give full play to the advantages and value of the technology, it is necessary to be scientifically applied to the field of industrial automation, which can realize the automatic operation, adjustment and control of each link, effectively meet the requirements of all aspects, and improve the level of production process control and management. This paper mainly talks about the application of mechatronics technology in industrial automation, aiming to improve the productivity and management level.

Keywords

mechatronics integration technology; industrial automation; application

机电一体化技术在工业自动化中的应用研究

邱应平

云南保利天同水下装备科技有限公司, 中国·云南 昆明 650000

摘要

在当前工业化进程加快的趋势下,推动了工业自动化技术的发展。机电一体化技术是工业自动化的具体体现,其在工业自动化发展中发挥着重要的支撑作用,深受工业领域的关注和认可。机电一体化技术是机械技术、电子技术、信息技术的集合体,可以实现工业设计、制造、测试、运行全过程技术和要素集成,有效推动工业生产的现代化、自动化,提高生产效率、降低成本和风险。为了发挥该技术的优势和价值,需要科学应用到工业自动化领域中,可以实现各个环节的自动运行、调整、控制,有效满足各方面要求,提高生产过程控制和管理水平。论文主要浅谈机电一体化技术在工业自动化中的应用,旨在提高生产率和管理水平。

关键词

机电一体化技术; 工业自动化; 应用

1 引言

在当前信息技术、电子技术、自动化控制技术的联合发展和应用下推动了机电一体化技术的发展,使得该技术突破了传统技术中的局限性,拓宽了应用范围。随着《中国制造2025》战略的提出,推动了智能制造及机电行业的发展,促使其进入了新的发展阶段,实现了信息处理技术、自动控制技术、系统工程技术和现代设计方法等学科的高度综合交叉。在这一趋势下为工业自动化的发展带来了新思路、新路径,因此可以把握机遇,将机电一体化技术应用其中,积极

转换技术创新成果,提高实现工业生产全过程的自动化控制和管理。

2 机电一体化技术概述和表现

2.1 概述

“机电一体化技术”是指将机械、电子、计算机、自动控制及信息处理技术、系统工程、检测传感技术、伺服驱动等技术相结合的复合技术。其通过信息技术提升机械系统的智能化水平,实现机械和电子的集成、协同。该技术具有集成、高效、智能、模块、灵活的特点,其中集成是指将多种技术相结合,达到效果最佳;高效是指可以提高生产效率、质量;智能是指通过传感器、控制器、人工智能技术等确保机械电子系统具有自我学习、优化的能力;模块是指

【作者简介】邱应平(1982-),男,中国云南昆明人,本科,副工程师,从事机电产品开发、工艺设计研究。

在标准接口和模块设计下提升系统的延展性、维护性等。其代表着机械工程技术革命的前沿方向，具有强大的应用前景和发展潜力，可以广泛应用到工业自动化发展中，顺应时代潮流，满足发展需求，提高自动化水平，具体如图1所示。

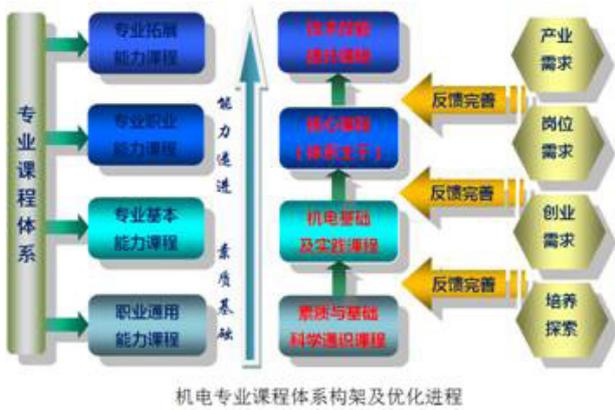


图1 机电一体化体系架构

2.2 表现

第一，智能化控制系统。该系统是机电一体化系统的核心，具有智能、高速的特点，赋予机电一体化生产过程人脑功能，可以解决复杂系统存在的问题，确保设备可以自动调整和运行。当前的控制系统包括自动装配控制系统、机器人控制系统、自动化控制系统等。该系统可以实现数字模拟、智能控制、数据处理、自动诊断等多个功能，确保整个工业生产线的自动化，提高传统控制技术水平，达到高精度要求。第二，分布式控制系统。该系统是通过计算机或者智能控制单元来监控、操作、管理、调整生产全过程的控制系统，比如数据控制、监督控制、数字控制、多级控制等，具有功能强、安全性高的特点，可以应用在大型机电一体化生产系统中，有效满足生产要求。第三，开放式控制系统。该系统是当前市场上最流行的工业制造控制系统，可以应用在小批量生产任务中，柔性强、功能多样，可以将计算机技术高度集成，形成完整的结构体系。该系统标准高，可以将整个工业生产网络有效连接起来，提高通信信号强度，以及软件拓展功能，将不同厂家的产品兼容起来，满足厂家的多样化生产要求。

3 工业自动化发展现状优势和特点

3.1 优势

在工业现代化发展下实现了工业的自动化发展，其是信息技术、计算机技术、通信技术的集成体现，在多个技术的联合应用下可以实现工业生产的自动化、智能化、数字化，有效满足要求。在新时代下，随着自动化技术的发展成熟，被广泛应用到了制造、工业等多个领域中，尤其是在工业领域中的应用，大幅提升了生产效率、质量，缩短了周期、降低了成本、控制了能耗，确保生产过程更加稳定、安全、高效。有效解决了传统工业生产模式下的高能耗、高污染、高成本、低效率问题，可以缓解，在一体化技术下可以满足工业自动

化发展的高标准要求，达到规范要求。

3.2 特点

第一，可靠性和高稳定性。在机电一体化技术下可以降低机电设备控制系统故障发生率，提高运行稳定性和可靠性，以及安全性，延长使用寿命。比如在机电一体化技术的应用下可以自动诊断、调整、补偿、校正、修复、保护各个设备，以及系统模块，达到高度集成和一体化控制目标。第二，安全性。在机电一体化技术下可以自动诊断、监测、预防、保护、报警各种故障发生情况，以及演变情况，便于工作人员及时处理和控制在复杂、恶劣的环境下运行，实现智能化控制，防止人为操作风险的发生，切实保障人员的安全。第三，系统性。在机电一体化技术的应用下可以实现全过程监控和系统化控制，确保机电设备和运行管理系统高度整合，实现技术、工艺、环节的集成，提升工业自动化生产系统的系统性、整体性。

4 机电一体化技术在工业自动化中的应用

当前多个企业都引进了自动化生产线来优化生产流程、提高生产效率。自动化生产控制系统是指将机电一体化技术应用于生产的系统，通过传感器、控制器、人机界面、计算机等自动完成生产线的各种操作，实现自动化生产和控制，具体包括以下几个方面。

4.1 在生产流程控制中的应用

机电一体化技术在工业自动化中的应用可以提升自动化控制水平。该技术可以通过传感器、远程监控设备、监测系统、计算机技术等实时监测、控制生产线各个环节，以及生产过程中各个要素，确保各个环节密切衔接、稳定推进，把握整体情况。比如可以在逻辑控制器和分布式控制系统下自动化控制设备运行、构件运行，确保生产过程更加稳定、可靠、安全，达到预期目标。确保生产线可以自动响应外界复杂变化，减少偏差和失误，提高生产效率。比如可以通过数据采集和视频监控采集、分析、处理、存储数据信息，及时调整运行参数，并把握各种情况，自动预测、诊断、修复，自动维护和处理，减少设备故障情况的发生。并根据具体情况优化改进方案和对策，提高生产效率，形成精细化管控模式，确保达到要求，实现智能化发展目标^[1,2]。

4.2 在设备管理中的应用

在工业自动化生产中会涉及不同类型和功能的设备和装置，这些设备和装置的运行情况直接关系到生产效率、质量，以及生产线的运转情况，因此需要加强管理。可以根据自动化生产要求将机电一体化技术应用其中，通过先进技术对设备设施进行远程监控、故障预测、故障诊断、维护检修等，实时把握设备设施的运行状态、故障情况。比如可以通过传感器和控制系统实时监控设备整体情况，自动记录和分析各个设备的运行参数，以及参数变化情况，及时发现异常

情况,干预和处理,降低故障发生率,确保生产顺利进行。此外,也可以通过管理系统自动记录、整合设备监控、检修、维护历史数据,形成完整的数据报告,并根据管理经验和成果创建设备全生产周期运行管控体系。总之,在机电一体化技术下可以提升设备的稳定性和安全性,延长使用寿命、减少浪费,确保生产的顺利进行。

4.3 在生产数据管理中的应用

工业自动化生产过程中会产生大量的数据信息,这些信息来源广泛、涉及多个方面、类型多样,处理和管理难度大、要求高,在这种情况下就需要将机电一体化技术应用其中,通过该技术实时采集、分析、处理生产线各个环节的数据信息,以及自动化控制系统中各个环节的数据信息。例如,可以通过传感器和采集装置实时采集生产全过程的参数,可以实现全过程管控,确保数据信息获取更加及时、准确,便于数据管理。在分析和处理后可以自动生成数据图和生成报告,便于各个的工作人员准确把握生产状态、设备运行情况、构件情况等,集中管理和控制,提高数据管理效率。并为企业管理层决策提供依据,确保管理部门科学调整生产计划、优化流程,提高生产效率。

4.4 在流水线生产中的应用

在一体化技术下可以解决传统生产效率低下、成本高、质量监控难度大的问题,形成一体化技术支撑的自动化流水线,具体包括以下几个方面:一是自动投料。在控制器和机器人的协调下可以自动识别任务内容、自动控制机器人完成取料、投放的过程,可以提高运行效率,解放人力。二是自动启停设备。在控制器下可以自动启停各种焊接设备、动力设备、电源设备、清洗设备等,实现全过程监控,根据任务需求自动启停,有效满足要求。三是自动检测和维护故障。在控制器下可以实时监测设备运行情况,及时发现其中的错误和异常信息,自动锁定范围、判断类型和程度,自动生成维护和检修方案,实现自动化检测、维护,提高故障诊断精准度和维修效率,降低成本^[3,4]。

4.5 在自动化包装中的应用

在工业自动化生产线下涉及自动加工、检测、包装、

称重、打码、贴标等,并根据不同规格和类型,以及要求自动包装,为了实现整个包装线各个环节的协同、集成,实现精准控制目标,就需要将机电一体化技术应用其中,具体包括以下几个方面:一是全过程自动化管控。可以通过监控系统检测原材料、半成品、成品的质量,及时发现和淘汰不符合要求的产品,提高产品的合格率,淘汰次品,确保产品达到要求。二是创建模型。可以根据包装线要求,产品规格和型号等特点创建模型,通过模型全面分析包装需求,展示包装效果,美观和修饰,达到包装要求。三是采集和分析数据。在监控系统下可以实时记录、分析设备运行数据、产品数据、生产条件数据等,自动分析和处理,为后期生产线的调整和管理提供依据,有效满足要求,降低成本、节约时间。

5 结语

总之,机电一体化技术从产生之初到现在,一方面从性能上和市场竞争力上有了极大的提高,提高了产品的可靠性;另一方面提高了产品的适应性,使人类的活动空间在不断扩大,从原来的生活生产向太空探索发展。随着该技术的广泛应用,使得技术体系更加成熟、先进,在现在的工业当中体现得更加透彻,使工业生产向着高速化、精准化、智能化、高性能化、系统化方向发展,提高了产品的质量和精度,最终实现无人控制的全自动控制。

参考文献

- [1] 宋亚强.机电一体化数控技术在机械制造中的应用[C]//冶金工业教育资源开发中心,中国钢协职业培训中心,第13届钢铁行业职业教育培训优秀多媒体课件活动系列研讨会——电力工程与技术创新论文集,张家口鹏辉建筑安装工程有限公司,2024:3.
- [2] 徐嫔.机电一体化技术中气动控制系统的教学设计研究[J].装备制造技术,2024(9):103-105.
- [3] 张浩.新时期机电一体化技术在工业机器人中的应用[J].现代工业经济和信息化,2024,14(7):122-123+126.
- [4] 郑俭余.机电一体化技术在工业自动化中的应用研究[C]//中国智慧工程研究会,2024智慧施工与规划设计学术交流会议论文集,金华市西比特立体车库有限公司,2024:2.

Discussion on the Key Points of Composite Material Structure Design in Aircraft Assembly

Yu Liu

Jiangsu Xinyang New Material Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225000, China

Abstract

Under the background of modern social development, the requirements for manufacturing accuracy and assembly quality of aircraft products are becoming increasingly high. Aircraft manufacturing enterprises need to further improve product assembly accuracy in order to meet the quality requirements of aircraft manufacturing. The positioning accuracy of assembly fixtures is closely related to high-precision product assembly. Composite materials have high specific strength and modulus, excellent fatigue strength, low specific weight, and good safety performance, playing an important role in the production of aircraft components. The paper mainly analyzes the key points of composite material structure design for aircraft assembly fixtures, aiming to further improve the accuracy of aircraft assembly fixtures and the quality of aircraft manufacturing.

Keywords

aircraft; assembly fixtures; compound material; structural design

浅谈飞机装配中复合材料结构设计要点

刘煜

江苏新扬新材料股份有限公司, 中国·江苏·扬州 225000

摘要

现代化社会发展背景下, 飞机产品制造精度和装配质量要求越来越高, 飞机制造企业需要进一步提升产品装配精度, 才能满足飞机制造质量需求。其中装配工装的定位精度与高精度产品装配息息相关。复合材料的比强度、比模量较高, 且具有优良的疲劳强度, 比重量较低, 安全性能较好, 在飞机零部件制作中发挥了重要作用。论文主要对飞机装配工装复合材料结构设计要点进行分析, 旨在进一步提升飞机装配工装的精度和飞机制造质量。

关键词

飞机; 装配工装; 复合材料; 结构设计

1 引言

在飞机制造中往往需要运用若干成套工艺装备, 工装设计制造过程较为复杂, 需要投入较多的人工和时间成本。当前, 飞机装配工装作业中, 占地面积较大, 周期长, 为了避免出现装配结构变形问题, 保障定位精准性, 需要采用刚性结构进行装配工装制作, 一套工装只能用于一个对象的装配, 飞机生产中需要不同部件如机翼、尾翼、机身(前、中、后)等多套装配型架工装。

2 飞机复合材料特性

随着科学技术的发展, 复合材料在飞机结构部件制造中发挥着越来越重要的作用。复合材料具有较强的可设计性, 可以通过不同铺层角度、比例的设计, 获得某项性能较

强的零件, 如主受力方向的刚度和扭转特性等, 可以对单一材料的弱点进行有效性平衡, 同时还可以获得单个材料不具备的优越特性。复合材料的比刚度、强度较高, 且疲劳强度较高, 阻尼强大, 结构与材料的强设计性较好, 积分形式较为简单的特点。在现代化飞机制造中, 需要具有轻量化的结构, 同时对结构的保障性、可靠性提出了更高的要求, 使用寿命的要求对复合材料性能要求更为严苛。其中复合材料的特性体现为: ①在对飞机材料承载能力进行测量时, 主要的衡量指标就是比强度和比刚度。两个数值越大, 说明材料重量越轻, 相对强度和刚度也就越高。在拉伸强度一样的情况下, 先进复合材料的密度不超过钛合金密度的 1/3。在飞机制造中引入复合材料, 可以在一定程度上减少飞机机身的总体重量, 提升航程, 并把运营成本控制在合理范围内^[1]。②抗疲劳性能较好。飞机在滚转、起落的过程中, 往往需要承受循环荷载, 其荷载量始终处于持续变化的状态中, 材料对该类疲劳荷载的承受能力可以对材料的抗疲劳能力进行有效性反映。其中, 纤维增强树脂复合材料的抗疲劳性能尤为

【作者简介】刘煜(1992-), 男, 中国宁夏中卫人, 硕士, 工程师, 从事复合材料、无人机结构设计及分析研究。

突出。通过复合材料中的纤维,能够对零件表面的裂缝进行有效性桥接,避免裂缝面积继续扩大。对于寿命为30年的民用飞机,复合材料几乎对疲劳不敏感。^③成形简单,纤维增强复合材料在整体形状制作中比较适用,可以进一步控制零件、部件的使用数量,并降低设计、计算工作量,保障计算精度的提高。复合材料在大型飞机零部件制作中,可以引入整体成形方法,从而有效降低零件、紧固件、模具的数量,并控制装配接头、工艺的数量。通过这种方式可以从根本上减少飞机复合结构的总体重量,控制运营成本。

3 复合材料结构制造装配的关键技术

3.1 基础工艺规范

复合结构的质量保证较为复杂,需要引入综合系统的工艺规范,才能促进复合结构制造质量的提升。结合当前复合材料的发展需求,以及飞机复合材料的应用特点,我国引入了新型复合材料,尤其是加大了对T700系列复合结构的装配制造的研究深度,但是当前还缺乏针对性的工艺规范。基于此,需要结合新型复合材料的应用特点,编制针对性的工艺规范,保障新型复合材料能够在新型飞机研制中发挥重要作用,同时要把这些工艺规范融入零件制造、加工、装配的各个环节中^[2]。

3.2 翼面结构自动化装配技术

在我国新型飞机开发过程中,为了进一步提高复合结构装配效果,需要对自动化装配技术进行优化应用,在具体操作中,需要对复合材料结构构件的自动装配技术进行深入研究,其中涉及精密自动制孔、自动铆钉等技术。

4 复合材料装配工艺高质量、高效率要求

复合材料属于结构性材料,比强度、比模量较高,各向异性,具有较高的可设计性,耐腐蚀性和抗疲劳性较强,层间强度低。随着飞机产品大量使用复合材料,零件的外形精度、尺寸精度要求越来越高,且工装使用的金属材料与产品使用的复合材料的热膨胀系数存在很大差异,导致工装结构在不同温度下与产品结构产生变形量差异,影响产品的定位精度。在飞机装配技术高速发展的背景下,新的生产装配方案要求装配工装在生产过程中转站移动,更加需要对复合材料进行科学研究,使其成为装配工装主体材料,这样才能减少工装总重量,降低移动难度,保障移动安全。在科学技术发展背景下,脉动装配生产线在飞机复合材料装配工艺中发挥了重要作用。脉动装配生产线是连续移动装配生产线的过渡阶段对生产节拍要求不高,一旦某个生产环节出现问题,整个生产线可以不移动,或留给下个站位去解决,当完成全部的飞机装配工作后,生产线就脉动一次。脉动装配生产线的应用,改变了传统飞机装配模式,可以对整条生产线细致、明确分工,且工作量单一重复,有效提升了生产效率;生产线上装配专业自动化设备和先进供给线,自动化生产较高;装配线过程流畅,不会产生挤压、脱节等问题。由此可

见,现代化飞机复合材料装配模式的创新应用,对复合材料装配、结构设计质量、效率提出了更高的要求,在实际工作中,需要结合实际情况,对复合材料结构设计要点进行精准把控,避免出现装配问题,保障复合材料装配工作的高质量运用^[3]。

5 飞机装配工装复合材料结构设计注意事项

5.1 复合材料装配偏差建模

为了保障复合材料装配的协调性,需要对以下要素进行综合考量,如构件自身的尺寸偏差、形状偏差、定位误差、夹持方法、连接工艺等,同时还需要对几何外形、材质差异、定位与夹紧等因素进行全面描述,为复合材料构件偏差建模、公差设计创造良好的条件。在具体操作中,需要结合复合材料构件的制造的具体情况,对基础数据进行积累,以便掌握复合材料构件制造偏差的分布情况,其中偏差信息内容涉及复材梁、板壁等构件的尺寸、形状、厚度等。同全尺寸复合材料构件制造偏差数据的有效性积累,可以进一步保障复合材料构件装配偏差预测结果的准确性。针对复材构件不同铺层、纤维材料与树脂性能波动以及工艺参数波动造成的板料厚度、机械性能等参数的变化,研究复材构件材质性能参数的统计特性,定义复材构件材质误差的描述向量来表达复材构件材质误差,实现形状协调的同时也满足装配性能的要求^[4]。

5.2 装配应力的工艺方法

复合材料装配型架在飞机制造中发挥重要作用,可以保障飞机装配准确度,同时强化装配协调性,也是复合材料装配的重要依据,装配任务需要在型架上完成。为了进一步强化结构装配协调性,需要对定位方法进行适当优化,对装配复合材料的应力进行充分考量,并对构件装配偏差进行合理控制,对位置、形状、内应力定位等进行精准把控,既要保障装配协调性,同时还需要优化内应力场,通过这种方式有效提升复合材料结构的疲劳性能。通过科学的方式对复合材料构件进行有效性约束,在该环节中,构件内应力场需要在下架过程中随着应力变化出现变化,从而确保复合材料结构能够形成受力整体,减少局部损伤。

5.3 复合材料增韧性方法

树脂增韧技术的应用,可以有效提升复合材料的韧性、层间特性等,为后续复合材料的制孔、装配作业的顺利开展创建良好条件。当前,短纤维增韧已经在复合材料制孔工作中发挥了重要作用。通过复合材料韧性的改进,可以有效控制脆性断裂问题的出现概率。在尺寸效应以及树脂增韧的协同作用下,能够进一步提高复合材料结构的变形能力,保障装配协调性,不需要使用加垫补偿。由此可见,在飞机装配中需要对复合材料设计材料进行优化选择,尤其要对其拉伸模量、拉伸强度、密度和热膨胀线性系数进行科学对比分析,从而选择最佳性能的材料,保障复合材料结构设计质量的提

高。①拉伸模量，拉伸模量是材料受力后抵抗弹性变形的力学性能，其数值高低对结构承载后的变形量存在很大影响，材料拉伸模量对装配工装结构稳定性具有重要影响。如表 1 所示，T300 预浸料的拉伸模量为 130Gpa，综合成本因素，可以将其作为装配工装结构主体材料，但是在对 Q235 钢材复合材料进行替换设计时，需要适当加大结构壁厚。②拉伸强度，拉伸模量是材料抵抗断裂和过度变形的力学性能，与

结构承载的最大拉伸应力存在紧密联系，因此，需要对材料的拉伸强度进行合理对比，选择最大的材料设计方案。③密度和热膨胀线性系数，表 1 可知，T300 预浸料和某型玻璃纤维预浸料密度在 Q235 钢材、2A12 铝材之下，可以减轻装配工装结构的总重量，且 T300 预浸料的热膨胀线性系数较低，热稳定性较好。

表 1 材料力学性能与物理性能

材料种类	拉伸模量 (刚性) GPa	拉伸强度 (强度) MPa	密度 / (g/cm ³)	热膨胀线性系数
Q235	210	410	7.8	12.2x10 ⁻⁶ m/°C
2A12	72	420	2.7	24x ⁻⁶ m/°C
INVAR 合金	140	450	8.2	1.5x ⁻⁶ m/°C
某型玻璃纤维预浸料	54	700	2.0	7x ⁻⁶ m/°C
T300 预浸料	130	1760	1.6	3x ⁻⁶ m/°C
T700 预浸料	130	2100	1.6	3x ⁻⁶ m/°C
T800 预浸料	154	2950	1.6	3x ⁻⁶ m/°C

5.4 其他方面

①铺层设计，在对铺向角、铺叠顺序、层数比等参数进行确定时，需要结合层压板所承受的外载荷、所用铺层性能等为参考。一般情况下，0° 铺层承受轴向载荷，+45° 主要承受剪切载荷，90° 铺层承受横向载荷和控制层压板的泊桑比。在设计中，需要确保铺层的均衡性和对称性，防止各向异性材料耦合效应引起变形问题；尽量使纤维方向和主受力方向保持一致性；要对 +45° 铺层与 0°、90° 铺层交错铺叠，这样可以降低相应铺层间的夹角，降低层间应力；在一些情况下，如在屈曲下，建议把定位离对称平面尽可能远；在这些层压板中，设计者不得不评估这是否与先前的损伤容限准则相符合以及选择最佳方案。为了减少层压板中微裂纹的形成，相同方向铺层的层片数量应该加以限制。从设计实践中可知，推荐使用的最大数量为三层。

②许用值问题，一般情况下，复合材料结构许用值需要以许用应变给出，并利用载荷进行设计。复合材料受到环境暴露、重复荷载作用，材料性能逐渐拓华，且材料机械性能分散性较大，所以在复合材料结构设计中需要对许用值进行科学考量。其中许用值选取与以下要素息息相关：材料体

系、铺层设计、工艺方法、使用条件等。

6 结语

综上所述，随着科学技术的发展，复合材料在飞机制造中的应用力度加大，主要是因为复合材料的比强度、比模量较高，具有较强的耐疲劳性和热稳定性，与现代化航空制造业的高效率、高质量、低成本追求相适应。因此，需要加大对飞机装配过程中复合材料结构设计要点进行深度研究，拓展复合材料应用范围，保障飞机工装结构设计技术水平的提升。

参考文献

- [1] 郭飞燕,肖世宏,肖庆东,等.面向性能保障的新一代飞机结构装配质量控制技术[J/OL].机械工程学报:1-17[2023-08-04]
- [2] 李东升,杨应科,翟雨衣等.民用飞机复合材料机身壁板装配协调形性调控技术研究[J].复合材料学报,2022,39(9):4310-4318.
- [3] 杨浩然,安鲁陵,黎雪婷.飞机结构中柔性件装配偏差分析与控制研究进展[J].航空制造技术,2021,64(4):30-37.
- [4] 耿育科.飞机装配工装复合材料结构设计技术研究[J].中国设备工程,2020(24):133-134.

Research on Design Strategy of Biomimetic Aircraft

Yongjie Fu

Jiangsu Xinyang New Material Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225000, China

Abstract

With the development of science and technology, the society's attention to flight equipment is increasing, thus promoting the design and research of aircraft. As a flight device imitating the flight attitude of birds, the aircraft has a strong technical and advanced nature, which is of great help to the social development and transportation. Relevant personnel need to strengthen its research and further promote its development. As the development of biological flight attitude, its research direction needs to start from the forms of various organisms, in-depth analysis of the flight attitude of some organisms, and understand the relevant flight principles and knowledge, and reasonably integrate them into the aircraft design, so as to promote the development of the flight industry.

Keywords

morphological biomimetic; biological research; aircraft; flight principle; design strategy

形态仿生飞行器设计策略研究

伏永洁

江苏新扬新材料股份有限公司, 中国·江苏扬州 225000

摘要

随着科学技术的发展, 社会对于飞行设备的重视程度不断提升, 由此就推动飞行器的设计与研究。飞行器作为模仿鸟类飞行姿态出现的飞行装置, 具有很强的技术性以及先进性, 对于社会发展以及交通出行都具有很大帮助, 需要相关人员加强对其的研究, 深入推进其发展。而作为研究生物飞行姿态发展而来的飞行器, 其研究方向就需要从各类生物的形态入手, 深入分析某些生物的飞行姿态, 并且从中了解到相关飞行原理与知识, 将其合理地融入飞行器设计中, 以推动飞行行业的发展。

关键词

形态仿生; 生物研究; 飞行器; 飞行原理; 设计策略

1 引言

从大自然中生物的形态汲取灵感, 对优秀的气动外形加以模仿和借鉴, 从而获得更好的飞行性能, 是形态仿生飞行器设计的基本思路。论文就从形态仿生飞行器的优势与落实入手, 分析形态仿生自上而下和自下而上两种研究过程; 并且按照仿鸟飞行器和其他仿生飞行器的类别分别介绍形态仿生飞行器当前发展现状; 探究了外形特征的提取方法, 参照生物优良特性解决飞行器设计过程中的问题, 对形态仿生飞行器的未来发展趋势进行归纳总结。实际来看, 形态仿生一直是飞行器发展的关键, 所以要想推进飞行器功能的提升, 就需要结合不同生物形态对现有的飞行器进行升级。

2 形态仿生以及飞行器概述

2.1 形态仿生概述

形态仿生是一种设计和工程方法, 旨在借鉴生物体的

结构和功能, 将其应用于工程学和科技创新中。它将生物学原理与工程学原理相结合, 通过模仿生物体的形态、运动和特征, 提取出其优秀的性能和功能, 然后应用于设计和生产各种技术产品和解决方案。形态仿生的研究范围广泛, 涵盖了机器人技术、材料科学、建筑设计、交通工程等领域。通过学习和模仿生物体的形态结构, 可以设计出更轻巧、灵活和高效的机器人。例如, 研究人员可以通过仿生设计制作鱼雷, 使其在水中的运动更稳定和高效。此外, 形态仿生还可以在材料科学领域发挥作用。通过模仿植物或昆虫的结构, 研究人员可以开发出具有优异性能的材料, 例如超级疏水表面材料、自修复材料等, 这些材料可以应用于防污、防水、防腐等领域。总而言之, 形态仿生是一种跨学科的研究领域, 通过借鉴生物体的形态、结构和功能, 将其应用于工程设计和科技创新, 以提高产品的性能和功能。

2.2 飞行器

飞行器是在大气层内或大气层外空间(太空)飞行的器械。飞行器分为3类: 航空器、航天器、火箭和导弹。在大气层内飞行的称为航空器, 如气球(部分)、飞艇、飞机

【作者简介】 伏永洁(1995-), 女, 中国河南商丘人, 本科, 助理工程师, 从事飞行器设计及制造研究。

等。它们靠空气的静浮力或空气相对运动产生的空气动力升空飞行。在太空飞行的称为航天器，如人造地球卫星、载人飞船、空间探测器、航天飞机等。实际作业环节，飞行器在军事以及民生行业发挥重要作用，要想充分发挥其功能，就需要相关人员加强对其的研究。

2.3 形态仿生飞行器

形态仿生飞行器是指基于生物体形态和特征设计的飞行器。通过模仿鸟类、昆虫或其他生物体的飞行原理和结构，形态仿生飞行器可以具有更好的灵活性、机动性和飞行效率，以适应不同的飞行环境和任务需求。在形态仿生飞行器中，研究人员通常从生物体的形态结构和飞行机制中获取灵感，并将其应用于飞行器的设计和制造中。例如，研究人员可以借鉴鸟类的翅膀结构和振动模式，设计出更具气动性能的飞行器翅膀。他们还可以模仿昆虫的飞行方式，设计出具有强大机动性和稳定性的微型飞行器。形态仿生飞行器还可以应用于飞行器制造环节。通过采用生物体的形态结构和工作原理，可以帮助提高飞行器的操纵性、稳定性和能效^[1]。此外，形态仿生飞行器还可以应用于航空领域的研究，例如改善飞机翼设计、改进飞行器的空气动力学性能等。总的来说，形态仿生飞行器利用生物体的形态特征和机制来改进飞行器的设计和性能。通过将生物学原理与工程学原理相结合，形态仿生飞行器就能够在现阶段飞行器的发展过程中实现新突破。

3 形态仿生飞行器的优势

形态仿生技术在飞行器研制中具有许多优势，使得它成为一个有吸引力的研究方向，所以实际作业环节，就需要相关人员结合实际发展的需要，对形态仿生飞行器的优势进行研究，然后结合需要合理地进行优势发挥。

3.1 气动性能有所提升

形态仿生飞行器可以通过模仿鸟类、昆虫等生物的形状和结构，改善飞行器气动性能。作业人员通过优化的外形设计和表面特征可以减小飞行器的阻力，提高速度和燃料效率。飞行器飞行过程中会受到空气阻力的影响，如何巧妙地利用阻力就成为现阶段飞行器发展的关键，鸟类作为飞行界的技术先驱，对于空气的利用就十分精妙，相关人员可以结合相关生物的飞行特点对现阶段的飞行器进行调整，保证其功能的发挥。

3.2 增强机动性和稳定性

飞行器一般承担重要任务，如载人或者是勘察等，所以飞行器的稳定性就会直接影响作业质量。生物体在飞行过程中展现出出色的机动性和稳定性，形态仿生技术可以将这些特点应用于飞行器设计中。例如，模仿鸟的翅膀结构和振动方式可以提高飞行器的操纵性和飞行稳定性，使其适应多变的飞行环境。

3.3 实现轻量化设计

质量越重的飞行器飞行消耗越大，而且很容易出现质量方面的问题，还会影响飞行器的灵活性以及载重能力，所以轻量化的飞行器设计一直是行业发展的方向。生物体根据自身需求对结构进行优化，实现了轻量化设计。形态仿生飞行器可以借鉴这种优化思路，减少飞行器的自重，提高载荷能力和续航时间。

3.4 增加适应性和可操作性

形态仿生技术可以使飞行器更适应复杂多变的环境。通过模仿具有特殊适应性特征的生物体，如蝙蝠的振翼和鹰的瞳孔，飞行器可以在不同任务和工作环境下更加灵活和高效地操作。此外，生物体在飞行过程中能够通过特定的结构和机制降低噪声和震动。形态仿生飞行器的设计可以借鉴这些机制，实现更安静、平稳的飞行。

综上所述，形态仿生技术在飞行器研制中可以提供一系列的优势，包括改善气动性能、提高机动性和稳定性、轻量化设计、增加适应性和可操作性，以及降低噪声和振动等。这些优势促使研究人员在飞行器设计中广泛运用形态仿生技术，以实现更高效、灵活和环保的飞行器制造。

4 形态仿生飞行器设计的难点与现状

形态仿生飞行器虽然具有诸多优势，但是实际作业环节，由于生物具有多样性，再加上飞行器本身技术性很强，相关人员在设计形态仿生飞行器之时就还存在一些难点，需要相关人员结合飞行器发展现状进行分析。

4.1 形态仿生飞行器设计难点

现阶段仿生飞行器设计难点主要有以下几个层面：第一，多学科融合，形态仿生飞行器研究涉及多个学科，如生物学、机械工程、航空学等。将这些学科的知识和方法融合起来，形成一个综合的研究框架是一个挑战。跨学科合作和集成的研究方法需要解决不同学科之间的沟通和协调问题。第二，复杂性和纷繁多样性，生物体在形态和机制上的复杂性使得形态仿生飞行器设计和研究过程变得更加困难。生物体形态的多样性和适应性使得很难选择合适的生物模型，并将其转化为实际的飞行器设计。第三，缺乏准确的生物学数据，在模仿生物体进行飞行器设计时，准确的生物学数据是至关重要的。然而，对于一些生物体，特别是小型昆虫和微生物，我们对其详细的生物学特征和飞行机制了解有限。缺乏准确的生物学数据可能导致形态仿生飞行器设计的局限性。第四，技术限制和制造难度，一些生物体的形态和机制无法完全复制到飞行器中，由于技术和制造的限制。例如，某些昆虫的翅膀振动频率和振幅非常高，难以在飞行器中实现。因此，如何克服这些技术限制和制造难度是一个挑战^[2]。第五，效率和可行性，尽管形态仿生飞行器具有潜在的性能优势，但其应用的效率和可行性仍需进一步研究。

在实际应用中,形态仿生飞行器的性能与传统设计相比是否会有更好的表现仍然需要详细的实证研究。所以实际作业环节,形态仿生理论在飞行器研究中的应用仍面临一些挑战和难点,需要进一步地研究和探索,以克服技术和学科的限制,提高应用的效率和可行性。

4.2 形态仿生飞行器发展现状

现阶段的仿生飞行器发展较为迅速,专业的技术人员结合多种生物的飞行特点实现了飞行器的发展。主要有翅膀结构仿生设计、飞行稳定性和机动性仿生设计、飞行器结构仿生设计、智能控制和感知系统仿生设计以及超小型仿生飞行器等。总的来说,形态仿生飞行器设计正积极发展,不断取得突破。通过借鉴生物的形态、结构和功能,形态仿生飞行器可以提高气动性能、机动性和稳定性,实现轻量化设计和灵活操纵,并具备更智能的感知和控制能力。随着进一步研究和技术的进展,形态仿生飞行器有望在未来实现更多的创新和应用。

5 形态仿生飞行器设计策略

5.1 飞行器机翼设计

机翼作为飞行器的关键组成,直接影响设备质量,需要相关人员加强对其的重视。首先,轻量化材料的使用,借鉴生物体的结构和材料特性,研究人员可以使用轻量化材料,如碳纤维复合材料和微纳米结构材料,降低飞行器的重量和能耗,提高续航时间和携带能力。其次,翼型设计,设计人员可以通过仿生设计研究不同动物的翅膀形态和结构,借鉴其翼型优化飞行器的气动特性。这包括研究翼型的弯曲、厚度、纹理等特征,以减小飞行器的阻力,提高升力和操纵性能。再次,柔性翼膜的使用,受鸟类和昆虫翅膀的柔性特性启发,研究人员开发了柔性翼膜技术。柔性翼膜可以通过调整形状和变化翼面结构,实现更灵活的飞行控制和适应不同飞行环境^[1]。最后,振翼飞行,仿生振翼飞行器通过模仿昆虫的振翅方式,使用振动机制代替传统的旋翼或固定翼设计。这种飞行方式能够提供高机动性和机器人结构的简单性,适用于小型飞行器和狭小空间。

5.2 智能技术以及自动化技术的运用

先进技术的运用一直是科技发展的关键,形态仿生飞行器的设计也需要借助先进技术的帮助。首先是智能感知,需要借鉴昆虫的感知机制,通过视觉、声音和触觉等感知技术,使飞行器能够实时感知和识别周围环境,并作出相应的反应。例如,利用昆虫眼复合结构设计高分辨率的图像传感

器,或利用声呐技术进行定位和跟踪。其次是实现生物驱动,利用仿生设计的驱动机制,如基于肌肉或液压系统的手段,实现飞行器运动的快速、精准和高效。这可以使飞行器具备更高的机动性和自主性能。最后是自适应控制^[4],仿生飞行器设计中,研究人员使用自适应控制算法和机制,使飞行器能够根据环境变化和任务需求,自动调整和优化其运动和行为,提高适应性和智能化水平。

5.3 形态与功能对应

在形态仿生设计中,首先需要确定飞行器所需的功能,并找到与之相对应的生物形态。例如,如果需要实现高机动性,可以参考昆虫的翅膀结构;如果需要长时间飞行,可以参考鸟类的翼型和羽毛结构。而要想落实这一目标,就需要进行模型测试。形态仿生飞行器设计过程中,需要将设计方案进行模型制作和实验测试。通过测试结果的观察和分析,可以对设计进行优化和改进,提高飞行器的性能和可控性。此外,由于生物的形态通常具备多种功能,如飞行、滑行、潜水等。所以设计人员还可以借鉴生物的多模态能力,设计具备多种功能的形态仿生飞行器,提高其适应性和应用范围。

5.4 材料选择和特性优化

借鉴生物的材料特性,选择适当的材料,如轻量化复合材料、柔性材料或有机材料等,以实现更好的性能和适应性。此外,也可以通过改良材料的物理和化学性质,如增加材料的柔韧性、耐疲劳性和抗冲击性能,以提高飞行器的耐用性和可靠性。

6 结语

总而言之,仿生学原理在飞行器设计中的应用,一方面提高了飞行器的技术含量提高了飞行器飞行、导航、服务等各项功能的发展;另一方面为新型飞行器设计提供了新的发展思路,就需要相关人员加强对其的重视。

参考文献

- [1] 叶锦涛,刘凤丽,郝永平,等.一种超低空飞行的仿生扑翼飞行器的设计及分析[J].工程设计学报,2021,28(4):473-479.
- [2] 胡楠,张卫平,吴凡,等.仿昆微扑翼飞行器三维整体设计及制造[J].机械设计与制造,2016(10):107-109.
- [3] 郝维东.仿生视角下军用运输无人机造型优化设计[D].西安:西安工业大学,2021.
- [4] 沈海军,余翼.形态仿生飞行器研制进展及关键技术[J].航空工程进展,2021,12(3):9-19.

Research on the Application and Safety Management Measures of Tower Elevators in Offshore Wind Power Engineering

Baoshun Feng Hu Wang Jiabao Song Yimin Yu

Huadian Electric Power Research Institute Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310030, China

Abstract

With the rapid development of the offshore wind power industry, the scale and height of wind turbines are constantly increasing, and the tower elevator has gradually become an important equipment for the operation and maintenance of wind farms. The internal elevator of the tower drum is mainly used to transport the staff safely and quickly to each platform of the fan of the fan tower drum in the process of maintenance and operation, which greatly improves the operation efficiency. However, due to its special operating environment and carrying tasks, the use of lifts is also accompanied by certain safety risks. This paper analyzes the specific application of tower drum lift in offshore wind power engineering, and mainly discusses the operating environment, equipment characteristics and their importance in the actual maintenance process. At the same time, in view of the safety management of elevators, a series of effective management measures are put forward, aiming to ensure the safety of equipment operation and the life safety of staff, and to provide support for the efficient and stable operation of offshore wind power engineering.

Keywords

offshore wind power engineering; tower cylinder elevator; safety management measures

海上风电工程中塔筒升降机的运用与安全管理措施研究

冯宝顺 汪虎 宋家宝 余益民

华电电力科学研究院有限公司, 中国·浙江 杭州 310030

摘要

随着海上风电行业的快速发展, 风电机组的规模和高度不断增加, 塔筒升降机逐渐成为风电场运行与维护的重要设备。塔筒内部升降机主要用于在检修运行过程中, 将工作人员安全、快捷地运送至风机塔筒的各个平台, 极大地提高了作业效率。然而, 由于其特殊的运行环境和承载任务, 升降机的使用也伴随着一定的安全风险。论文对塔筒升降机在海上风电工程中的具体运用进行了分析, 重点探讨了运行环境、设备特性及其在实际维护过程中的重要性。同时, 针对升降机的安全管理问题, 提出了一系列有效的管理措施, 旨在保障设备运行安全和工作人员的生命安全, 为海上风电工程的高效、稳定运行提供支持。

关键词

海上风电工程; 塔筒升降机; 安全管理措施

1 引言

近年来, 全球对可再生能源的需求不断增加, 海上风电作为一种清洁、可持续的能源形式, 其发展速度迅猛。随着技术的不断进步, 海上风电的建设规模和数量迅速增长, 这为相关设备的开发和应用提供了广阔的市场。在众多设备中, 塔筒升降机因其在风电机组安装、维护和检修中的关键作用, 受到了越来越多的关注。

【作者简介】冯宝顺(1990-), 男, 中国山东曹县人, 本科, 工程师, 从事电力企业特种设备的管理、检验检测及数字化运用等研究。

2 海上风电工程中使用塔筒升降机的优势

2.1 运行的稳定性

海上风电塔筒的高度通常都非常高, 尤其是在海上作业环境下, 风速变化频繁, 天气条件复杂。由于塔筒升降机安装在内部, 它并不会直接受到外界风力影响, 这使得它在海上风电场中的表现更加可靠^[1]。相比外部作业平台或爬梯, 内部升降机通过精准的控制系統, 能在不同高度和不同负载下维持平稳上升或下降, 避免了因外界因素导致的晃动或不稳。此外, 升降机的运行速度适中, 既能保证工作效率, 又能在必要时进行减速, 确保人员在上下塔筒时的安全性。

2.2 逃生的便利性

海上风电场地处偏远, 一旦发生突发情况, 人员的安

全撤离问题就变得尤为重要。塔筒内部升降机不仅能够在正常情况下高效运送人员到达指定平台，还能在紧急情况下作为快速逃生通道使用。与传统的爬梯相比，升降机能够大大减少人员的逃生时间。特别是在塔筒内部空间较为有限的情况下，升降机的直线式运行路径避免了人员在慌乱中因体力不支或路径不熟而延误撤离的情况。再者，塔筒升降机的操作相对简单，即使在极端情况下，操作人员也能够迅速掌握其使用方法，确保在最短时间内将所有人员安全送达地面或指定逃生平台。

2.3 布局的合理性

塔筒内部升降机的安装位置不仅不会占用过多的塔筒内部空间，还能与其他设备巧妙搭配，形成一个合理的通行系统。塔筒通常被设计成多层结构，设有多个平台用于不同的检修和维护操作，而升降机的存在使得各平台之间的通行变得更加便捷。相比起传统的爬梯或其他运输方式，升降机能够更好地利用塔筒的垂直空间，不仅节约了人员上下塔筒的时间，还降低了工人因长时间攀爬导致疲劳的风险。

3 塔筒升降机在海上风电工程中的应用

3.1 安装和维护风机

在海上风电场中，风机通常被安装在高达几十米甚至上百米的塔筒顶部，传统的施工方法不仅效率低下，而且安全风险高。而塔筒升降机则提供了一种安全、便捷的解决方案。通过这种升降机，施工人员可以快速、准确地到达风机的各个部位，进行安装和调试工作。此外，塔筒升降机还配备了先进的监测系统，可以实时监控风机的运行状态，及时发现并解决问题。这种高效的安装和维护方式，不仅缩短了工期，也降低了工程的整体成本。塔筒升降机如图 1 所示。



图 1 塔筒升降机

3.2 人员运输

在海上风电场，风机的数量多、分布广，加之风机塔筒的高度较高，维护人员日常工作中需要频繁上下塔筒。通过升降机，工作人员可以迅速、轻松地完成上下塔筒的操作，

避免了爬梯作业的疲劳和危险。尤其是在恶劣海况或多变天气下，塔筒外部的环境极具挑战性，而塔筒内部升降机则提供了一个相对封闭、安全的环境，保障了人员的顺利运输^[2]。相较于传统的爬梯方式，升降机的使用大大减少了上下塔筒的时间，提高了风场日常运营的工作效率。

3.3 应急救援

海上作业环境复杂，天气变化多端，风机塔筒内的高空作业更是存在一定的风险。无论是突发的设备故障还是人员的意外伤病，塔筒内部升降机都为应急救援提供了便捷的通道。当发生突发情况时，升降机能够迅速将受伤或突发状况下的人员从塔顶运送至地面，避免了因传统方式下的爬梯救援而造成的二次伤害。此外，升降机在应急情况下的快速反应，也有助于提高救援效率，为后续的医疗救治争取宝贵时间。相比于外部吊篮或其他传统救援方式，塔筒内部升降机因其始终处于风机内部的封闭环境中，能够在风速较高或天气恶劣的情况下依然稳定运行，不受外部环境的影响，从而保障人员的安全撤离。

4 海上风电工程中塔筒升降机的安全隐患

4.1 塔筒内部环境引发的安全隐患

塔筒内部通常具有较为狭小的空间，空气流通不畅，尤其是在海上风电塔筒中，由于湿气、盐雾、温差等因素的影响，塔筒内部的环境相对恶劣。湿气和盐雾容易导致塔筒内部的金属结构出现腐蚀现象，而升降机的轨道、钢缆以及其他金属部件也可能因此受到影响。腐蚀会降低这些部件的强度，增加设备在运行中的故障风险。此外，塔筒内部的温差变化较大，尤其是在昼夜温差较大的条件下，塔筒内部的空气湿度和温度波动可能导致升降机机械部件的热胀冷缩反应，从而加剧设备的老化和损坏。

4.2 塔筒升降机的机械故障风险

升降机的机械结构复杂，由多个部件组成，如电机、绳索、制动系统等。在长时间的工作中，这些部件可能因为磨损、腐蚀等原因出现故障。特别是在海上，盐雾环境加速了金属部件的氧化，增加了机械故障的风险。若在升降过程中发生电机失灵、制动失效等情况，将直接威胁到操作人员的安全。此外，设备的维护和检修不当也是导致机械故障的主要原因之一。许多海上风电项目由于人手不足或维护意识淡薄，往往忽视了对升降机的定期检查和保养，导致隐患积累，最终酿成事故。

4.3 人员操作不当导致的安全隐患

在海上风电工程中，操作人员的技能和经验至关重要。若操作人员未经过严格的培训，或者在工作中存在疏忽大意，可能导致一系列安全事故。例如，在升降机的启动和停止过程中，操作人员需要严格遵循操作规程，避免因操作不当而引发设备故障或意外事故^[3]。此外，海上作业环境特殊，操作人员在高海拔作业时容易受到心理和生理上的双重

压力,这也可能导致他们在关键时刻做出错误的判断。

5 塔筒升降机的安全管理措施

5.1 制定完善的塔筒升降机操作规程

塔筒升降机的操作涉及多项复杂的技术要求,尤其是在海上风电工程中,由于塔筒升降机的高度较高,运行环境复杂,操作不当将会导致严重的安全事故。因此,必须根据海上风电工程的实际情况,制定一套完备的操作规程,涵盖塔筒升降机的安装、使用、维护等各个环节^[4]。操作规程应详细规定塔筒升降机在不同天气条件、不同负载情况下的操作方法,明确不同情况下的应急处理措施。例如,在风力较大或天气恶劣的情况下,操作规程应详细规定是否可以继续使用升降机,或者应采取哪些防范措施以保障人员和设备的安全。操作规程还应应对升降机的负载进行严格的限制,防止超载使用,避免因负载过大导致升降机失控或发生坠落事故。与此同时,操作规程还应明确每次操作前的检查步骤,比如检查升降机的安全锁是否正常,电力系统是否稳定等,确保每次操作前升降机处于最佳的工作状态,减少事故发生的可能性。

5.2 加强对操作人员的安全培训

操作人员作为塔筒升降机的直接操作者,他们的操作技能和安全意识直接影响到设备的安全运行。因此,必须对操作人员进行系统的安全培训,确保他们掌握塔筒升降机的操作方法和安全要求。培训内容应包括塔筒升降机的基本结构、操作流程、常见故障的识别与处理方法等,特别是针对海上风电工程中可能出现的特殊情况,如强风、大浪等环境因素下的操作技巧,操作人员必须具备应对这些复杂环境的能力。此外,培训过程中应特别强调操作人员的安全意识,确保他们在操作升降机时始终保持高度的警惕性,严格遵守操作规程,不得擅自更改升降机的运行参数或操作方式。为了确保培训效果,企业应定期对操作人员进行考核,通过理论考试和实际操作相结合的方式,检验他们对塔筒升降机操作的掌握情况。对于不合格的操作人员,必须进行重新培训,直到他们能够熟练掌握所有操作技能和安全要求。

5.3 定期对塔筒升降机进行维护

海上风电场的环境特殊,长期处于高温和盐雾环境下,塔筒升降机的金属部件极易受到腐蚀,电气系统也可能因为湿度过高而发生短路等问题。因此,建立一套严格的定期维护与保养制度是非常必要的。每个升降机在投入使用前,必须进行充分的检测和调试,以确保其各项功能的正常运行。使用过程中,定期检查升降机的钢缆、导轨、刹车系统、控制面板等关键部位,及时更换磨损或老化的零部件,避免因设备故障引发安全事故。同时,还要特别关注升降机的润滑系统,确保各个运动部件的灵活性和稳定性。在保养过程中,操作人员应严格按照设备的技术规范进行操作,避免因维护

不当造成二次损坏。同时,还应对升降机的电气系统进行绝缘性能检测,防止因为电气故障导致的安全风险。

5.4 建立塔筒升降机的应急救援预案

由于海上风电场远离陆地,一旦发生升降机故障或事故,现场作业人员的救援难度较大。因此,制定一套合理、可操作的应急救援预案尤为重要。应急预案中应包含故障应急处理流程、人员撤离方案、救援设备的配备以及救援人员的培训等内容。每个岗位的工作人员都应熟悉应急预案的具体流程,确保在事故发生时能够迅速反应,采取有效的救援措施。特别是在恶劣天气条件下,塔筒升降机故障的概率较高,救援难度也随之增加,因此应急预案必须考虑到各种极端情况下的应对措施。此外,海上风电场的管理人员应定期组织应急演练,检验预案的可行性和有效性,确保在实际操作中能够发挥作用。

5.5 优化塔筒升降机的设计,提高其适应海上环境的能力

设计阶段应充分考虑海上作业的特殊性,选择耐腐蚀材料,增强升降机的抗风能力和防水性能。例如,可以考虑在升降机的关键部件上增加防护罩,防止海水直接侵蚀,并提高设备的整体稳定性和耐用性^[5]。此外,设计时还应考虑到升降机的负载能力和使用频率,确保其在高负荷和长时间运行的情况下,依然能够保持良好的性能。与此同时,智能监测系统的引入也可以为升降机的安全管理提供更为有效的保障。通过实时监测升降机的工作状态,及时传递预警信息,有助于提前发现隐患,降低事故发生的可能性。

6 结语

总之,塔筒升降机是海上风电工程中不可或缺的重要设备,其安全运行直接关系到风电场的建设和运维效率,关系到一线作业人员的生命安全。我们要高度重视塔筒升降机的安全管理,从设备维护、人员培训、应急救援、技术创新等多个维度入手,全面提升塔筒升降机的本质安全水平。只有这样,才能为海上风电事业的健康发展提供坚实的安全保障,共同守护好每一位海上风电建设者的生命。

参考文献

- [1] 张权,张浦阳.海上风电单柱复合筒基础屈曲特性研究[J].应用科技,2024,51(4):1-11.
- [2] 石磊.海上风电吸力筒导管架基础关键施工技术[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(1):12-15.
- [3] 康思伟,栾辰宇,张雨蓉,等.海上浮式风机重力安装式筒形锚承载特性分析[J].可再生能源,2024,42(1):45-50.
- [4] 张吉海,郑康胜,王耀武,等.海上风电机组吊装技术研究[J].机电工程技术,2024,53(9):22-26+116.
- [5] 吴蕴丰.海上风电吸力筒导管架基础关键施工技术[J].中国水运(下半月),2023,23(5):51-53.

Analysis of Crack Inspection for Pressure Vessels and Pressure Pipelines

Kai Li

Yunnan Special Equipment Safety Testing Research Institute, Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

With the rapid development of Chinese industry, the pressure vessel and pressure pipeline are more and more widely used in various industries. As the key equipment in industrial production, the safe operation of pressure vessels and pressure pipelines is directly related to the safety of enterprise production and the life and property safety of employees. However, in the actual operation process, due to the influence of materials, design, manufacturing, use and other factors, pressure vessels and pressure pipelines are prone to cracks, resulting in equipment failure and serious accidents. This paper discusses the crack inspection method of pressure vessel and pressure pipeline, analyzes the existing problems in the current inspection, and puts forward the corresponding countermeasures to improve the safety and reliability of pressure vessel and pressure pipeline.

Keywords

pressure vessel; pressure pipeline; crack test

压力容器和压力管道裂纹检验分析

李凯

云南省特种设备安全检测研究院, 中国·云南昆明 650000

摘要

随着中国工业的快速发展, 压力容器和压力管道在各个行业中的应用越来越广泛。压力容器和压力管道作为工业生产中的关键设备, 其安全运行直接关系到企业生产的安全性和员工的生命财产安全。然而, 在实际运行过程中, 由于材料、设计、制造、使用等多种因素的影响, 压力容器和压力管道容易出现裂纹, 导致设备失效, 引发严重事故。论文对压力容器和压力管道裂纹检验方法进行了探讨, 分析了当前检验中存在的问题, 并提出了相应的对策, 以提高压力容器和压力管道的安全性和可靠性。

关键词

压力容器; 压力管道; 裂纹检验

1 引言

压力容器和压力管道裂纹检测技术的研究, 旨在提高中国工业安全水平, 降低事故发生率。对压力容器和压力管道裂纹的检测与分析具有重要意义。论文针对压力容器和压力管道裂纹的检测与分析, 为中国工业安全提供有力保障。

2 压力容器和压力管道裂纹检验方法

2.1 常规无损检测方法

2.1.1 射线检测

射线检测是一种非破坏性检测技术, 通过利用 X 射线穿透物体并在探测器上形成影像, 从而检测材料内部的裂纹、气泡、夹渣等缺陷。对于压力容器和压力管道, 射线检

测主要用于焊缝内部和材料内部的裂纹检验。将 X 射线源对准被检区域, 对压力容器或管道进行照射; 通过探测器接收穿透后的 X 射线, 并在荧光屏上形成影像; 根据影像上的缺陷形状、大小、位置等信息, 判断是否存在裂纹等缺陷。

2.1.2 超声检测

超声检测是利用超声波在材料内部传播和反射的原理进行缺陷检测的技术。对于压力容器和压力管道, 超声检测主要用于检测材料内部的裂纹、层状缺陷、材料厚度等。将超声波探头置于被检区域, 发射超声波; 超声波在材料内部传播, 遇到裂纹等缺陷时会发生反射; 通过接收反射回来的超声波, 分析反射信号, 判断是否存在裂纹等缺陷; 根据反射信号的特征, 如幅度、时差、频谱等, 对缺陷进行定性和定量分析。

2.1.3 磁粉检测

磁粉检测是针对铁磁性材料的一种无损检测技术。其基本原理是利用工件在磁场中的磁化状态, 通过施加磁粉或

【作者简介】李凯 (1975-), 男, 彝族, 中国云南永仁人, 本科, 工程师, 从事特种设备检验检测、无损检测研究。

磁悬液来揭示工件表面及近表面缺陷。对工件进行磁化工序，使工件表面产生磁场。在工件表面施加磁粉或磁悬液，当磁粉或磁悬液在工件缺陷处发生磁化时，会产生磁痕。观察磁痕，判断缺陷的存在、形状和大小。

2.1.4 渗透检测

渗透检测是一种检测非铁磁性材料表面开口缺陷的方法。其基本原理是利用渗透液渗入缺陷内部，然后通过显色剂使缺陷显现出来。在工件表面均匀涂覆渗透液，让渗透液在工件表面停留一段时间，使渗透液渗入缺陷内部，用清洗剂清除工件表面的渗透液，涂覆显色剂，缺陷处会显示出颜色，观察颜色变化，判断缺陷的存在、形状和大小。

2.2 新型检测技术

2.2.1 声发射检测

声发射检测技术是利用材料在受力过程中产生的声发射信号，来检测材料内部裂纹和缺陷的一种无损检测方法。声发射检测可以实时监测材料内部裂纹和缺陷的发展过程，及时发现潜在的安全隐患。声发射检测对裂纹和缺陷的检测灵敏度较高，能够检测到微小的裂纹。声发射检测是一种非接触检测方法，避免了传统检测方法中可能对材料造成损害的问题。

2.2.2 涡流检测

涡流检测技术是利用电磁感应原理，通过检测涡流在材料表面产生的信号来检测材料内部裂纹和缺陷的一种无损检测方法。涡流检测适用于各种导电材料的裂纹和缺陷检测。涡流检测具有较快的检测速度，适用于大批量检测。涡流检测是一种非破坏性检测方法，不会对材料造成损害。

2.2.3 红外热像检测

红外热像检测技术是利用红外热像仪捕捉物体表面的温度分布，通过分析温度分布变化来检测材料内部裂纹和缺陷的一种无损检测方法。红外热像检测可以将检测到的裂纹和缺陷以可视化的形式展现出来，便于分析和判断。红外热像检测是一种非接触检测方法，避免了传统检测方法中可能对材料造成损害的问题。红外热像检测不受环境因素（如湿度、温度等）的影响，适用于各种环境下的检测。

2.2.4 相控阵超声检测

相控阵超声检测是一种先进的无损检测技术，通过在检测设备中安装多个发射和接收探头，利用这些探头在检测过程中相互配合，实现对压力容器和压力管道内部裂纹的高分辨率成像。相控阵超声检测能够准确识别裂纹的位置、深度、长度等参数，为裂纹的评估和修复提供可靠依据。相控阵超声检测可以检测各种形状、尺寸和材料的压力容器和压力管道，适用性强。

2.2.5 模拟仿真技术检测

模拟仿真技术检测是利用计算机软件模拟压力容器和压力管道在运行过程中的应力、应变、裂纹扩展等行为，预

测裂纹的产生和发展趋势。模拟仿真技术可以预测裂纹在不同工况下的产生和发展，为压力容器和压力管道的安全运行提供保障。相较于实际检测，模拟仿真技术可以节省大量的人力和物力成本。模拟仿真技术可以在较短的时间内完成裂纹的预测和分析，提高工作效率。模拟仿真技术可以根据不同的工况和参数进行多次仿真，以验证不同方案的有效性。

2.2.6 智能检测技术

智能检测仪器通过集成传感器、数据分析和图像处理等先进技术，实现对压力容器和压力管道裂纹的自动检测。这些仪器具有高精度、高效率、实时监测等特点，能够有效提高裂纹检测的准确性和可靠性。人工智能算法运用深度学习、神经网络等人工智能算法，对压力容器和压力管道裂纹图像进行智能识别和分类。通过大量历史数据的训练，使人工智能算法具备较高的裂纹识别能力，从而提高检测的准确性。

2.2.7 3D 扫描技术

3D 扫描技术是近年来在压力容器和压力管道裂纹检验领域得到广泛应用的一种新型检测方法。3D 扫描技术无需与压力容器和压力管道直接接触，避免了对设备的损坏，提高了检测的安全性。3D 扫描技术可以获取高精度的三维数据，为裂纹检测提供更准确的数据支持。3D 扫描技术可以对压力容器和压力管道进行全面检测，包括表面裂纹、内部缺陷等，提高了检测的全面性。3D 扫描技术检测速度快，有利于提高检测效率。

3 压力容器和压力管道裂纹检验中存在的问题

3.1 检测方法选择不当

在压力容器和压力管道裂纹检验过程中，检测方法选择不当是一个普遍存在的问题。在实际工作中，部分检验人员对各种检测方法的适用范围、原理、操作步骤及局限性了解不足，导致在实际操作中无法根据具体情况选择合适的检测方法。不同行业、不同企业对压力容器和压力管道裂纹检测的标准存在差异，导致在实际操作中难以统一标准，影响检测结果的可靠性。部分企业为了降低检测成本，选择较为简陋的检测方法，而这些方法可能无法满足实际检测需求，导致检测效果不佳。

3.2 检测流程不规范

检测流程的不规范包括检验方法的选用、检验设备的校准、检验人员的操作不规范等方面。这些因素都会影响检验结果的准确性，从而无法及时、准确地发现潜在的裂纹问题。在压力容器和压力管道的使用过程中，裂纹的存在导致设备泄漏、破裂甚至爆炸，从而引发严重的安全事故。如果检测流程不规范，可能会导致裂纹问题的漏检或误判，从而增加事故发生的风险。不规范的操作导致检验过程重复、冗余，浪费时间和资源。这不仅降低了检验效率，还可能影响设备的正常使用和生产进度。

3.3 新技术应用较少

随着科技的发展,无损检测技术不断更新,如射线探伤、超声波探伤、磁粉探伤等,但部分企业和检验机构在裂纹检验过程中,仍然依赖于传统方法,如肉眼观察、敲击听音等,这些方法在精度和效率上都有待提高。虽然新技术在裂纹检验领域具有显著优势,但由于宣传推广力度不够,许多企业和检验机构对新技术的了解和认识不足,导致其在实际应用中的推广受到阻碍。

4 压力容器和压力管道裂纹检验问题的对策

4.1 优化检测方法的选择和组合

超声检测适用于检测较深的裂纹,是裂纹检测的主要手段之一。射线检测适用于检测薄壁材料和不易直接检测到的部位。磁粉检测适用于检测表面和近表面缺陷,如裂纹,渗透检测适用于检测表面开口缺陷^[1]。将超声检测、射线检测、磁粉检测、渗透检测进行组合,相互补充,提高检测的准确性和全面性。还可以引入人工智能和机器学习算法,提高检测效率和准确性。开发智能检测设备,如自动超声检测仪、机器人等,实现检测过程的自动化。

定期对压力容器和压力管道进行检测,确保其安全运行。利用传感器等设备实时监测压力容器和压力管道的状态,一旦发现异常,立即进行处理。根据压力容器和压力管道的材料特性,选择合适的检测方法。针对不同材料,调整检测参数,如超声检测的探头频率、射线检测的曝光时间等。建立压力容器和压力管道检测数据库,实现数据共享和查询^[2]。

4.2 规范检测流程

针对压力容器和压力管道裂纹检验问题的对策,规范检测流程是至关重要的环节。为确保检测的准确性和可靠性,应依据国家相关标准和行业规范,制定详细的检测标准。这些标准应涵盖检测方法、检测仪器、检测环境、检测人员资质等方面,确保检测过程的科学性和规范性。优化检测流程,提高检测效率,确保检测工作顺利进行。具体步骤如下:
①准备阶段:检测人员应熟悉检测标准,对检测设备进行校准和维护,确保检测仪器处于良好状态。同时,对检测区域进行清理,确保检测环境符合要求。
②检测阶段:按照检测标准,对压力容器和压力管道进行无损检测。检测过程中,应严格遵守操作规程,确保检测数据的准确性。
③数据分析与处理:对检测数据进行分析,识别裂纹类型、尺寸、深度等信息。如发现异常情况,应及时报告并采取相应措施。
④报告编制:根据检测数据,编制检测报告。报告内容应包括检测方法、检测结果、分析结论、处理建议等。

检测人员的专业素质直接影响检测结果的准确性。因此,企业应对检测人员进行定期培训,提高其检测技能和理论知识水平。检测设备是检测工作的基础,企业应确保检测设备的正常运行。具体措施包括定期对检测设备进行维护和保养,确保其性能稳定^[3]。建立检测设备档案,记录设备的

使用、维修、保养等信息。对检测设备进行定期校准,确保检测数据的准确性。企业应建立健全检测质量管理体系,确保检测工作符合国家标准和行业规范。设立检测质量管理岗位,负责检测工作的监督和指导。

4.3 积极推广应用新技术

针对压力容器和压力管道裂纹检验问题,积极推广应用新技术是提高检验效率和准确性的有效途径。引入先进的无损检测技术,如超声波检测、射线检测、磁粉检测、渗透检测等,这些技术能够对压力容器和压力管道进行全面、细致的裂纹检测,提高检测的准确性和可靠性^[4]。发展智能检测技术,通过集成传感器、计算机和人工智能等技术,实现压力容器和压力管道裂纹的自动检测和诊断。智能检测技术具有快速、高效、准确的特点,有助于提高检测效率。推广应用3D扫描技术,3D扫描技术能够获取压力容器和压力管道的精确三维模型,为裂纹检测提供更丰富的数据信息。结合3D扫描技术,可以更准确地判断裂纹的位置、尺寸和形状。研究新型检测材料,开发适用于压力容器和压力管道裂纹检测的新型材料,如纳米材料、复合材料等,提高检测材料的性能,降低检测成本。加强检测设备研发,鼓励企业加大研发投入,提高检测设备的性能,如提高检测速度、降低误报率等^[5]。同时,关注国内外先进检测设备,积极引进和消化吸收。优化检测方法,针对不同类型的压力容器和压力管道,优化检测方法,提高检测效率。如针对小接管等难以检测的部位,采用FGI-3D场梯度成像技术等非接触式检测技术。

5 结论

压力容器和压力管道裂纹主要分为应力腐蚀裂纹、机械疲劳裂纹、蠕变裂纹等,不同类型裂纹具有不同的形成原因和特点。无损检测技术在压力容器和压力管道裂纹检测中具有重要作用,可根据实际情况选择合适的检测方法,如射线检测、超声波检测、磁粉检测等。通过对裂纹的成因、发展过程及对设备性能的影响进行分析,为裂纹的预防与处理提供理论依据。在实际工作中,应加强压力容器和压力管道的日常维护,及时发现和处理裂纹,确保设备安全运行。

参考文献

- [1] 刘兴林.锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题及处理措施分析[J].中国机械,2023(29):101-104.
- [2] 孙嘉.浅谈压力容器压力管道检验的裂纹问题[J].现代制造技术与装备,2023,59(6):101-103.
- [3] 魏建波.压力容器及管道常见裂纹问题分析[J].氮肥技术,2023,44(3):44-48.
- [4] 赵维强.冶金工业炉高压容器压力管道检验中的裂纹问题研究[J].中国金属通报,2023(6):7-9.
- [5] 车慧敏.压力容器压力管道检验中裂纹问题的解决措施[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(10):43-45.

Research on the Application and Development Trends of Electrical Engineering and Automation Technology

Liangzibin Ren

University of Science and Technology Liaoning, Anshan, Liaoning, 110325, China

Abstract

Under the background of the development of the new era, China's electrical engineering has achieved significant innovation. The application and development of electrical automation have gradually formed a major trend in current and future society. Therefore, it is very necessary to pay attention to strengthening the application of automation technology in the electrical system. Based on this, the paper is grounded in reality, deeply analyzes the current operation of electrical engineering in China, and closely integrates with electrical automation systems to establish and improve corresponding design systems. It can be fully applied to practical work, utilizing its technological advantages to comprehensively improve the automation level of electrical systems, reduce the error rate caused by manual operations, and improve the safety and stability of electrical systems.

Keywords

electrical engineering; automation technology; application; development

电气工程及自动化技术的应用及发展趋势研究

任梁梓宾

辽宁科技大学, 中国 · 辽宁 鞍山 110325

摘要

新时代发展背景下, 中国电气工程得到大幅度创新。电气自动化的应用和发展, 在当前及今后社会中已经逐步形成一个大潮流。因此, 注重加强自动化技术在电气系统中运用十分有必要。基于此, 论文立足实际, 深层次剖析当前中国电气工程运行情况, 并紧密结合电气自动化系统, 建立健全相应的设计体系, 能够将其充分应用于实际工作中, 利用其技术优势全面提高电气系统的自动化水平, 减少人工操作造成的错误率, 提高电气系统安全性、稳定性。

关键词

电气工程; 自动化技术; 应用; 发展

1 引言

基于国家经济的迅速发展, 电气需求日益增长, 为保证电气工程的平稳运行, 迫切需要建立一套适合中国国情的电气自动化系统。电气自动化主要是通过运用现代计算机技术、通信技术等, 对电气工程络中的各种信息参数进行统计, 建立起完善的自动管理系统, 能够在正常情况下对电气工程络开展检测、控制和保护工作, 这对于提高供电稳定性, 保证供电的品质具有重要作用, 有效降低社会发展过程中不必要的经济损失。

2 电气工程及自动化技术的应用效用

2.1 提升电气工程运行效率

电气自动化技术的应用过程中, 实现对电气工程设备

运行状态和潮流的实时监控, 主要是通过数据采集技术获取各个环节的电气参数, 帮助电气工程管理者和工作者及时认识与了解电气工程的运行状态, 并结合电气工程开展的实际情况, 开展针对性的优化调整工作。与此同时, 该系统还结合 GIS (地理信息系统) 和 SCADA (数据采集与监视控制系统) 等先进管理工具, 从而实现对电气工程的智能化管理, 体现在预先将用户的地理位置信息与电气系统设备有效联系, 以切实简化信息传递工作, 提高管理工作的效率。

2.2 减少电气故障的发生

通常情况下, 电气工程系统工作过程中容易受到人为错误操作、环境影响、设备老化等方面因素影响, 从而导致电气过程出现问题, 出现不同程度上的故障。但是, 将电气自动化技术应用于电气工程运行工作之中, 能够依托故障检测设备 and 算法迅速判断故障位置和性质, 并采取相应措施自动隔离故障区段, 限制故障影响范围, 减少停电时间和停电面积。当故障隔离后, 电气自动化技术还可以迅速启动保护动作, 恢复非故障区域的供电, 有效减少因故障导致的供电

【作者简介】任梁梓宾 (2005-), 男, 满族, 中国辽宁鞍山人, 在读本科生, 从事电气工程及其自动化研究。

中断时间,提高供电可靠性,实现电气工程更具有安全性、稳定性。

2.3 推动电气工程事业的发展

基于新时代经济高水平发展和技术创新,电气自动化技术的应用有助于推动电气工程技术的不断创新和发展。在此过程中,该系统应用技术将不断得到进步和完善,实现其自身系统的功能和性能将不断提升,从而为电气工程事业的发展提供技术支持,推动中国电气工程事业得到发展。电气自动化技术的发展将促进电气产业升级和转型。具体来说,智能电气工程的建设和推进,电气自动化逐渐成为电气产业发展的重要方向,其应用过程中将灌输更多绿色化、智能化理念,充分符合中国建设工作要求,为人民群众人身安全和经济效益创造更多保障^[1]。

3 电气工程及自动化技术的应用现状分析

新时代发展背景下,电气自动化已经成为电气系统运行中的一个重要组成部分,主要是基于分布式电源技术的新型电气工程自动控制。具体来说,伴随科技的不断发展,对电气市场的要求也在不断提高,使得配网自动化系统得到越来越多地应用。与此同时,该电气自动化系统还融合传感技术、通信技术以及相应控制电气工程方法,对电气工程进行实时监测、优化调度,并进行故障处理。但是,目前电气工程自动化系统在系统兼容性、数据处理能力和网络安全等方面还存在很多问题。

大数据、人工智能等技术对电气工程的数据处理与分析提出新的要求。该系统对数据的处理能力要求很高,可以对大量的数据进行快速反应,并对其进行处理,从而为其提供精确的决策支持。除此之外,电气工程运行的安全性、稳定性也是一个关键问题。在计算机技术水平不断提高的同时,网络攻击的危险性也在不断增大。因此,在电气工程自动化系统中,必须采取先进的密码技术、安全协议等措施,以保证数据的安全传输与存储。同时,其可靠性、稳定性等问题也不容忽视。因此,必须具有较强的容错性与自愈能力,才能在多变的环境与意外情况下,持续稳定开展相应工作^[2]。

4 电气工程及自动化技术的应用设计

4.1 设计目的

①明晰电气工程内部结构。主要是能够根据网络布置的实际状况,可以决定采用单区段或多区段联系方式作为今后的寻线方式。与此同时,通过对各县区电气工程进行综合调度,对一些在县级电气工程中运行不理想的电气工程实现调整与优化,最后依托自动化系统逐渐形成直观的电气工程网络。

②提升电气站之间的电气供应水平。具体来说,针对上级电气工程为其提供强有力的支持,并在电气工程整体布局实现科学规划。如此一来,便能够建立起一条有效的电气站间通信线路,即便是某个电气站发生故障,也可以通过通信线路将其供电责任转移到相邻电气站,保证供电工作得以

继续开展。

③建立主站系统和相对应通讯系统。主要是通过配置 ONU、FTU 和 OLT 等通信模块,将有关电气工程的运行数据传送到主站系统之中,从而达到对设备进行自动控制的目的,帮助电气工程运动工作的实际形式得到进一步发展和创新。

4.2 自动化系统设计

从硬件的规划角度来看,电气自动化的主站系统包括三个主要组成部分,即通用型微机、伺服器和相应的采集设备。其中,通用型微机主要是基于原电气工程络的管理系统,根据电气系统的实际运行状况来分析有关数据;伺服器包括数据采集、监测和控制系统、互联网服务器和 serviceinterface 等;信息收集服务器可以同步采集 Internet 和专用信息通道,而数据库服务器主要处理静态数据。依托互联网,可以形成伺服器、信息收集网和数据库管理网一体化电气自动化主站系统。与此同时,通过采用图 SU-GAP 网闸技术、防护墙和物理隔离技术等手段,还有助于将局域网加以隔离,并遵循安全保护规则,实现不同设备都可以科学设置在各自的区域内^[3]。

例如,PLC 作为电气自动化控制系统的核心设备之一,也在不断进行产品革新。现在的 PLC 技术不仅具备更有效的处理能力还有丰富的控制功能,可以实现更加高效的设备联网和数据交换。同时,PLC 的语言开发环境使用户能够更加方便进行设备控制和开发。

4.3 通信系统设计

从安全保护、系统维护和应用技术等方面来看,为满足用户用电数据接收系统、自动防控系统、继电保护装置、通信体系、自动化调度系统等相关系统对安全保障的实际需要,在电气工程自动化系统中,通信系统需要采用载波、光纤和无线电波相结合的通信方法,从而构建出一种适应不同需要的通信方式。其中,光纤是通信系统中最常用的一种手段,由于其通信应用过程中具有稳定性、安全性,其覆盖服务范围也更广,因此可以很好满足各种实际应用的需要。具体来说:不管是通信主站,还是通过通信装置将数据或程序输入到电脑中,又或者是从计算机中接收信息的装置,通常情况下都是采用光导光纤通信方式,又称手拉手环路模式。该模式的有效应用,可以将光导纤维终端与相邻的电气站设备进行有效连接^[4]。

与此同时,如果出现监测点数量较多的情况,并且位于人口密集的地方或比较偏僻的地方,那么就应该采用手拉手联网模式;需要花费很多人力、物力和财力,则可以采用 GPRS 通信的方法,这种方法的组网技术更加灵活、便捷,可以按照真实的个人通信流量来准确计算通信成本。除此之外,通过网络运营商的安全保护功能,还有助于降低网络中任何两个节点间物理信道遭受雷击的危险,还具有较高的性价比。

5 电气工程及自动化技术的应用发展趋势

5.1 注重运行相关数据采集

电气工作开展过程中,其安全性、稳定性将涉及其中各个环节中,对多种设备都有高标准要求,主要是由于任何环节或装置的故障都将直接影响到整个电气系统的稳定性。从这个角度来看,为保证电气工程络安全运行,则必须对电气工程络中的各个环节、各个设备等进行严密监控,并紧密根据监控的有关参数,来正确判断电气工程络的运行状况。

对于电气自动化技术来说,其中最为重要的一项功能就是进行数据采集与信息数据远程汇总及监测,通过这种方式有助于收集和监测电气工程中各个设备的运行状况,并根据获得的数据将其传送给电气工程的运营、管理和调度部门,实现对电气工程的运行状况的监控。在以上所提及的电气工程运行数据监控与数据采集功能之外,电气工程络自动化技术还可以促进电气工程络中各个环节以及设备之间的数据共享,为电气工程络运营管理部门的调度工作提供支持。

除此之外,数据采集的工作开展过程中,还需要遵循四个方面的原则:其一,注重提高数据采集的准确性和实时性,主要是采用高精度传感器和先进的数据传输技术,能够确保采集到的数据准确、实时地反映电气工程和设备的运行状态。其二,加强数据安全,以建立健全数据安全管理制度和技术措施,防止数据泄露和非法访问,确保电气工程数据安全性、可靠性。其三,推动数据共享与融合,以电气自动化技术促进不同系统、不同层级之间的数据共享与融合,打破以往相关工作开展中存在的信息孤岛问题,从而提高数据资源的利用效率。其四,加强数据分析与挖掘,利用大数据、人工智能等先进技术对采集到的数据进行深入分析和挖掘,发现数据背后的规律和趋势,最终为电气工程的优化运行和决策奠定基础^[5]。

5.2 馈电线路自动化

馈电线路主要是指在电气工程中的电气所与用户之间架设一条输电线路,能为用户带来更好的用电体验。在电气工程的安全运营管理工作中,供电线路自动化能够以客户用电状况为中心,并针对用户的用电状况进行监控和检

测,根据所得到的用电数据,不断为其用电的实际情况加以优化。

馈电线路自动化的关键技术分为四个方面,即馈线终端设备、通信系统、故障检测与隔离技术、恢复供电技术。对于馈线终端设备(FTU)来说,其作为馈电线路自动化的核心设备,主要负责采集馈电线路的电压、电流等电气参数和设备状态,并通过通信网络上送至控制中心,并依托接收数据,有效执行与控制操作中心指令,对馈电线路进行远程控制和保护;根据具体场景和需求进行选择;对于故障检测与隔离技术来说,帮助馈电线路自动化实时监测馈电线路运行状态,当相关工作开展过程中一旦发现故障,便能够迅速、准确定位故障点并隔离故障区段,这有助于减少故障对电气工程的影响范围,提高供电可靠性、稳定性;对于恢复供电技术来说,当隔离故障区段后,馈电线路自动化有助于迅速恢复非故障区段的供电,起到缩短停电时间、减少用户经济损失的重要作用。

6 结语

综上所述,电气自动化技术的发展是工业社会稳定发展的必由之路,能够提高各行业之间的生产效率及质量,保障大众生活水平的提升,促进中国经济健康稳定的发展。因此,需要不断创新实践,完善自动化平台体系,加大自动化技术的创新,全面掌握自动化技术在发展过程中的问题并制定相应的解决策略,使电气自动化技术更加完善,能够更好地适应中国的工业生产,促进中国经济迅速发展。

参考文献

- [1] 刘向华.电气工程及自动化技术的应用与发展探索[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2021(12):191-193.
- [2] 罗臻伟.电气工程及其自动化技术的发展现状及趋势[J].大众标准化,2021(22):61-63.
- [3] 祝恺滢.电气工程及自动化技术的应用与发展前景[J].产业与科技论坛,2021,20(12):49-50.
- [4] 孙铭泽.电气自动化技术在电气工程中的应用现状及发展趋势[J].南方农机,2020,51(24):187+193-194.
- [5] 刘淼.电气自动化工程控制系统的现状及其发展趋势[J].电子技术与软件工程,2021(6):94-95.

Improvement of the Air Path of the “F” Type Suction Arm in YB25 Soft Box Packaging Machine

Qinghui Chen Feng Guo Jianrong Wang Weifeng Zhang Zhichao Dai

Shaanxi Tobacco Industry Co., Ltd. Chengcheng Cigarette Factory, Weinan, Shaanxi, 715299, China

Abstract

The YB25 soft box packaging machine often experiences insufficient negative pressure suction of the “F”-shaped suction arm during operation, resulting in poor suction of seals, blocked seals, or skewed seals, which affects product quality and equipment efficiency. The analysis of the negative pressure suction air path structure of the “F” type suction arm shows that the main reason for the insufficient negative pressure suction fault of the “F” type suction arm is the complex structure of the negative pressure air path, blockage of the air path or leakage of the sealing ring at the connection. The negative pressure suction air route of the “F” type suction arm has been improved from internal suction to external suction. After the improvement, the suction air does not need to enter the gearbox, and there is no need to open the gearbox when repairing or clearing the air path. The connection of the air path does not use a sealing ring, completely eliminating negative pressure leakage at the connection. The external suction structure is simple, and the suction seal is more stable, which improves the effective operation rate of the equipment while saving spare parts costs.

Keywords

YB25 soft box packaging machine; sealing and signing; “F”-shaped suction arm; transmission shaft; gas path improvement

YB25 型软盒包装机封签 “F” 型吸风臂气路改进

陈青辉 郭峰 王建荣 张伟锋 代志超

陕西中烟工业有限责任公司澄城卷烟厂, 中国·陕西 渭南 715299

摘要

YB25型软盒包装机在运转过程中经常出现“F”型吸风臂负压吸风不足故障,造成封签吸取不畅、封签堵塞或封签歪斜,影响产品质量和设备有效作业率。对“F”型吸风臂负压吸风气路结构进行分析,造成“F”型吸风臂负压吸风不足故障的主要原因是负压气路结构复杂,气路堵塞或连接处密封圈漏气。将“F”型吸风臂负压吸风气路由内置吸风改进为外置吸风,改进后吸风输送不用进入齿轮箱内部,气路维修或疏通时不需要打开齿轮箱,气路的连接处不使用密封圈彻底消除了连接处负压泄漏。外置吸风结构简单,吸取封签更加稳定,提高了设备有效作业率的同时节省了备件费用。

关键词

YB25型软盒包装机;封签;“F”型吸风臂;传动轴;气路改进

1 引言

YB25 型软盒包装机是 ZB25 型软盒卷烟包装机的主机,主要完成烟包内衬纸、商标纸、封签的包装成型。封签供给系统主要完成封签的吸取分离、上胶、输送到包装位置^[1]。“F”型吸风臂属封签供给系统的机件,作用是完成封签的吸取,输送,折叠裹包^[2]。YB25 型软盒包装机在运转过程中,经常会出现“F”型吸风臂吸不住封签、吸住封签但封签位置发生了偏移、“F”型吸风臂 90° 摆动时封签丢失或封签位置发生偏移等现象,造成封签堵塞或封签歪斜的故障。“F”型吸风臂负压气路的输送方式属内置吸风,即负压气源接入齿轮箱后,在齿轮箱内通过气管、密封圈、

空心传动轴及连接件等传输给吸风臂,这种负压输送方式气路通道的连接件较多,结构复杂,容易堵塞且存在潜在的漏气隐患,对设备有效作业率、产品质量及物料消耗等均有较大影响,针对这个故障现象对“F”型吸风臂负压吸风气路进行改造。

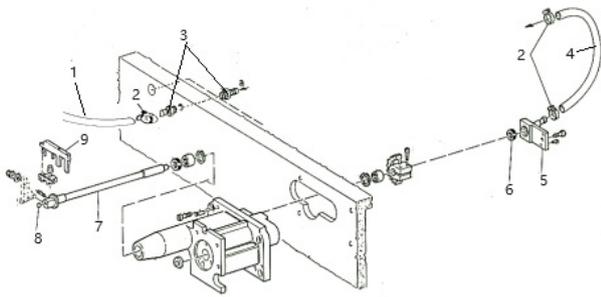
2 “F” 型吸风臂负压气路概述

2.1 “F” 型吸风臂负压气路结构原理

“F”型吸风臂负压气路部分的作用是为吸风臂输送负压吸风。其结构如图 1 所示,集中供气管道与气管 1 连接,气管 1 通过接头 3 将气源引入齿轮箱内,齿轮箱内的接头 3 与气管 4 相连,气管 4 的另一端与支架 5 的接头连接,油封 6 安装在支架 5 内,对支架 5 和传动轴 7 后端的连接处进行密封配合,防止漏气,“F”型吸风臂安装在传动轴 7 上,轴 7 前端部用堵头 8 把轴孔封闭,负压吸风通过齿轮箱内部

【作者简介】陈青辉(1972-),男,中国陕西渭南人,工程师,从事机械设计、修理研究。

传动轴7末端进入传动轴内腔(传动轴为空心轴)给“F”型吸风臂供给负压吸风。机器运转时“F”型吸风臂把封签从接纸盒中吸出,吸住封签的吸风臂随着传动轴的转动做90°摆动,将封签传送至包装位置^[3]。



1—气管;2—喉箍;3—接头;4—气管;5—支架;6—油封;
7—传动轴;8—堵头;9—“F”型吸风臂

图1 “F”型吸风臂负压气路示意图

2.2 “F”型吸风臂负压气路连接路线图

负压吸风气源→气管1→接头3→气管4→支架5→油封6→传动轴7后端→传动轴7前端→“F”型吸风臂。

3 故障表现形式

3.1 传动轴或密封圈导致负压吸风减小

设备正常运行时,安装在“F”型吸风臂的传动轴后端配合的油封会因轴的高速旋转运动与油封摩擦,导致油封磨损,当设备长时间运转磨损量较大时,油封会因磨损漏气,使“F”型吸风臂负压吸风减小甚至无负压吸风,导致封签纸吸取堵塞或封吸取不畅。传动轴后端油封的使用寿命约为3个月左右,如果油封磨损就会产生负压吸风漏气,导致封签纸吸取不畅或封签纸堵塞故障现象。

3.2 传动轴内腔气路堵塞导致负压吸风减小

封签“F”型吸风臂负压气路在工作状态下是畅通的,在设备运转过程中,胶垢、粉尘、杂物及润滑油等容易被吸入并附着在“F”型吸风臂传动轴内腔,造成负压气路堵塞,造成烟包封签质量缺陷(前后左右偏离中心)或封签吸取不畅在通道内堵塞,设备的停机次数明显增加,台班产量剧减。针对以上故障现象,在设备传动部位未变动的情况下通常做法是清理封签负压吸风管路。在清理封签负压吸风管路时95%的故障现象都是“F”型吸风臂传动轴内腔被油污、胶垢等堵塞,经过统计“F”型吸风臂传动轴内腔清理后最多可使用2个月左右,因此必须时常清理,否则对设备的产、质、耗等方面都有明显影响。

4 原因分析

4.1 传动轴或密封圈磨损导致负压吸风减小原因分析

如图1所示,传动轴7后端与支架5相连接处由密封

圈6密封,以防负压吸风泄漏。“F”型吸风臂在传动轴7的扇形齿轮的带动下做90°往复摆动,按照日常平均运转车速380包/分钟计算,“F”型吸风臂每分钟摆动760次左右,每个班摆动364800次,“F”型吸风臂摆动时传动轴与密封圈都会产生摩擦,由于密封圈为橡胶材质,因此相对于钢制的传动轴磨损的速度更快,由于密封圈的磨损使密封性能降低甚至失效,造成负压吸风泄漏。

4.2 气路堵塞导致负压吸风减小原因分析

设备运行时,“F”型吸风臂负压吸风处于常通状态,烟丝、烟沫、粉尘、胶垢及设备内部润滑油等异物容易被吸入“F”型吸风臂传动轴内腔,在“F”型吸风臂9和传动轴7的负压吸风腔壁吸附、堆积,使负压吸风腔管道变细,容积变小,造成负压吸风气路堵塞,负压吸风变小,导致“F”型吸风臂吸不住封签、吸住封签但封签位置发生了偏移、“F”型吸风臂90°摆动时封签丢失或封签位置发生偏移等现象,造成封签堵塞或封签歪斜的故障。

经过分析发现,由于设备设计时为内置吸风,因此经常导致“F”型吸风臂传动轴7堵塞和密封圈磨损漏气而吸不下封签纸,清理和更换比较频繁,备件耗用量较大。

5 改进思路

5.1 使用原有“F”型吸风臂负压气路结构

在不改变设备原有结构的情况下,使用压缩空气每班对“F”型吸风臂负压气路进行清洁除垢,或每周借用工装对传动轴内腔进行清洁除垢,这种方案操作简单,效果比较明显,可以清除负压气路内的污垢,但需要停机进行对设备运行效率影响较大。

5.1.1 不改变设备原有结构清理负压吸风腔

不拆卸传动轴清理负压吸风腔内的积垢时,首先须关闭设备的油泵电机,让润滑油停止供应,防止打开齿轮箱盖后或清理时润滑油飞溅到设备外部,然后打开设备左机身后部的齿轮箱盖,松开喉箍2,将气管4从支架5的接头处分离,拆卸固定支架5的固定螺钉,取出支架5,用专用工具清理传动轴负压吸风腔内的积垢,清理结束后安装所有拆卸的零件并打开设备的油泵电机。这种清理方法耗时在35分钟左右,由于设备齿轮箱内部结构限制,清理需两人配合进行工作。难度大,清洁效果不理想。

5.1.2 拆卸传动轴清理负压吸风腔

如果拆卸传动轴进行彻底清理,除要进行不拆卸传动轴清理负压吸风腔的步骤外,还需拆卸传动轴上的扇形齿轮,烟包出口通道前挡板等零件,而且在安装时还需精确调整“F”型吸风臂和烟包出口通道前挡板的位置。这种拆卸安装调整传动轴调整难度大,消耗时间长,大约耗时50分钟,而且20天左右就需要清理,使得设备维修性和可靠性降低。

5.2 改造“F”型吸风臂负压吸风气路的连接方式

改造“F”型吸风臂负压吸风气路的连接方式,使“F”

型吸风臂负压吸风气路完全暴露在设备的外部,这样负压吸风就不在传动轴内腔形成通路,只是在传动轴前端直接传给了“F”型吸风臂,这样传动轴内腔就失去了原有的传送负压吸风的作用,几乎不存在传动轴磨损的现象。改造后“F”型吸风臂负压吸风气路完全暴露在设备的外部,油封也失去了它原有的功能,不需对负压气路进行密封,在改造时可以将油封拆除不使用。这种方案实施起来简单,对设备原有结构变动较小,可自行加工改造,无需外协辅助。

6 方案实施

根据以上改进思路,结合设备整体结构,经过现场的反复论证实验,采用“F”型吸风臂负压吸风气路外置方案对“F”型吸风臂传动轴进行改进。

6.1 “F”型吸风臂传动轴后端负压吸风孔的改进

拆卸传动轴(图号 0X1371),经过测量传动轴(空心轴)的内孔直径为 $\phi 6$,使用 6.7mm 钻头将轴的后端加工成 6.7*10mm 的孔,然后将孔加工成 M8*10 的螺纹孔,根据螺纹深度选用 M8*8 的顶丝对传动轴的后端进行封堵,在拧入顶丝时螺纹上涂抹密封胶,防止漏气,这样整根轴的内孔就是一个后端封闭的盲孔(如图 2 所示)。

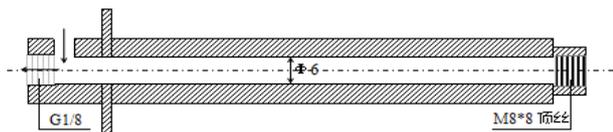


图 2 改进后“F”型吸风臂传动轴气路设计示意图

6.2 “F”型吸风臂传动轴前端负压吸风孔的加工

取下传动轴前端的闷头(图号 400107004),依据转动轴及空心孔直径将轴前端的孔加工成 8.8*10mm 的孔,然后将孔加工成 G1/8 的螺纹,以便安装气管接头。气管接头依据传动轴空心孔的直径选用,选择快插式旋转螺纹接头,其型号为 FESTO、QSPL-G1/8-6,这种接头采用高抗性材料,便于安装,在动态应用场合中具备高耐磨性等优点。

6.3 安装调整

安装改进后的传动轴,将“F”型吸风臂固定在传动轴上,这时通过固定在轴上的扇形齿轮调整“F”型吸风臂的位置,使其内平面与封签传动箱右侧面垂直。安装支架(5)并将其固定在箱体上,拆除不再使用的喉箍(2)、接头(3)、气管(4),用 M16*12 螺栓将接头拆除后齿轮箱侧板的螺孔封堵,安装设备左机身后部的齿轮箱盖。快插式旋转螺纹接头安装在传动轴外端,插上外径为 8mm 的气管(1)。至此整个“F”型吸风臂负压吸风气路的改造安装结束。

7 改进后“F”型吸风臂负压气路

7.1 “F”型吸风臂负压气路结构原理

集中供气管道与气管连接,气管通过接头将气源引入传动轴前端,给“F”型吸风臂供给负压吸风。这种供气结构气路不用引入齿轮箱内部且结构简单。

7.2 改进后“F”型吸风臂负压气路连接路线

负压吸风气源→气管 1→快插式接头 2→传动轴 3 前端→“F”型吸风臂。

8 改进后的成果分析

改进“F”型吸风臂负压吸风气路结构后,对改进效果进行了跟踪调查,改进负压气路后的“F”型吸风臂吸取封签稳定,改进后的性能可靠,半年时间没有更换过“F”型吸风臂传动轴和传动轴后端的密封圈,同时设备故障停机时间大幅降低,封签纸包装质量稳定,设备有效作业率比原来提升了近 1 个百分点。改进后由于“F”型吸风臂传动轴原先的负压吸风气路功能散失,只起传动作用,因此不需要经常进行维修维护和更换,传动轴后端的密封圈也失去原有的设计密封功能,没有负压吸风经过此处,因此即使磨损也不用更换,只需更换气管接头,经过实际使用气管接头使用寿命超过半年,通过对“F”型吸风臂传动轴气路的改进,节约了设备维修的费用和设备维修的时间。

由于此项改进比较成功,已经推广应用到车间 4 台 ZB25 包装机组使用。原备件为 518 元/套,改进时气管接头采购费用为 17 元/个,相关零件制作改进由修理工自己加工改造,只需半年一次更换气管接头,此项改进每年至少可节约的备件费用 1 万余元,设备有效作业率与上年同期相比提升了近 0.9 个百分点。经过对“F”型吸风臂传动轴进行改进,使吸风臂负压吸风的结构由内置负压吸风改进为外置负压吸风,较改进前负压吸风结构更加简单,维护保养便捷,杜绝了因管路密封不严润滑油吸入管路的隐患,降低了备件的消耗,减少了维修难度,提高了设备的有效作业率,同时保证和提高了产品质量,在生产过程中发挥了良好的作用。

参考文献

- [1] 范铁楨.卷烟封装设备机械修理工[M].第1版.郑州:河南科学技术出版社,2022.
- [2] 意大利GD公司.GDX1安装调试说明书[Z].上海:上海烟草机械有限责任公司,1986.28-29.
- [3] 《卷烟封装设备操作工(二级)专业知识》编写组.卷烟封装设备操作工(二级)专业知识[M].郑州:河南科学技术出版社,2017.

Establishment and Maintenance of Maintenance Management System of Coal Washing Equipment in Coal Mine

Yuefei Li

China Coal Pingshuo Coal Washing Company, Shuozhou, Shanxi, 036000, China

Abstract

With the rapid development of China's coal industry, coal washing equipment in the coal production process has become increasingly prominent. However, due to the long service life of the equipment, rapid technological update, poor operating environment and other factors, the equipment failure rate has increased year by year, which has seriously affected the safety of coal mine production and economic benefits. In order to improve the operation efficiency of coal washing equipment and reduce the failure rate, it is particularly important to establish a set of scientific and perfect equipment maintenance management system. This paper discusses the establishment and maintenance of the maintenance management system of coal washing equipment in coal mine, aiming at improving the reliability and operation efficiency of the equipment, reducing the maintenance cost and ensuring the smooth progress of coal mine production.

Keywords

coal washing equipment; maintenance management system; establish; maintenance

煤矿煤炭洗选设备维护管理系统的建立与维护

李跃飞

中煤平朔煤炭洗选公司, 中国·山西朔州 036000

摘要

随着我国煤炭工业的快速发展, 煤矿煤炭洗选设备在煤炭生产过程中的地位日益凸显。然而, 由于设备使用年限长、技术更新快、运行环境恶劣等因素, 设备故障率逐年上升, 给煤矿安全生产和经济效益带来了严重影响。为提高煤矿煤炭洗选设备的运行效率和降低故障率, 建立一套科学、完善的设备维护管理系统显得尤为重要。本文探讨了煤矿煤炭洗选设备维护管理系统的建立与维护, 旨在提高设备的可靠性和运行效率, 降低维护成本, 确保煤矿生产的顺利进行。

关键词

煤矿煤炭洗选设备; 维护管理系统; 建立; 维护

1 引言

建立煤矿煤炭洗选设备维护管理系统是提高设备运行效率、降低故障率、保障煤矿安全生产的重要举措。本文针对煤矿煤炭洗选设备维护管理系统的建立与维护进行研究, 旨在通过对设备运行状态、故障原因、维护策略等方面的分析, 提出一套具有实际应用价值的维护管理方案。

2 煤矿煤炭洗选设备维护管理系统需求

2.1 系统功能需求

建立完整的设备档案, 包括设备型号、规格、安装日期、维护记录、故障记录等信息, 实现设备信息统一管理。根据设备类型、使用年限、运行状况等因素, 制定合理的定期维护计划, 确保设备正常运行。设立故障报修模块, 员工可随

时上报设备故障, 系统自动记录故障时间、地点、描述等信息, 方便维修人员快速响应。维修人员接单后, 系统自动生成维修工单, 记录维修时间、维修项目、维修人员等信息, 便于跟踪维修进度。提供设备维护记录查询功能, 方便管理人员了解设备维护情况, 分析设备运行状况。根据设备运行状况, 提前预警可能出现的故障, 提醒维修人员进行预防性维护, 降低设备故障率。生成设备维护、故障、维修等报表, 为管理层提供决策依据。设置不同级别的用户权限, 保证系统安全稳定运行。

2.2 系统性能需求

系统应具备良好的稳定性, 确保在长时间运行过程中不出现故障。对设备档案、维护记录、故障记录等数据进行加密存储, 防止数据泄露。界面简洁明了, 操作方便快捷, 便于用户快速上手。系统设计应具备良好的扩展性, 以便后期根据实际需求进行功能扩展。系统应支持多种浏览器和操作系统, 方便用户在不同设备上使用。系统应提供丰富的图

【作者简介】李跃飞(1984-), 男, 中国山西武乡人, 本科, 工程师, 从事机修研究。

表展示,便于用户直观了解设备运行状况。

2.3 系统实施与维护

根据煤矿煤炭洗选设备维护管理需求,制定详细的实施计划,包括设备选型、软件安装、数据迁移、人员培训等环节。建立完善的系统维护体系,定期进行系统检查、更新和升级,确保系统稳定运行。提供7×24小时的技术支持服务,及时解决用户在使用过程中遇到的问题。

3 煤矿煤炭洗选设备维护管理系统建立

3.1 对设备运行状态进行全面监测

3.1.1 设备运行参数监测

实时监测设备关键部位的温度,如电机、轴承等,确保设备在正常温度范围内运行。监测设备内部压力,如筛分机、输送带等,避免因压力异常导致设备损坏。监测电机电流,及时发现电机过载、短路等问题,保障电机安全运行。监测电源电压,确保设备在稳定电压下运行,避免电压波动对设备造成损害。

3.1.2 设备运行环境监测

为了实现煤矿煤炭洗选设备运行环境的实时监测,需要建立一个完善的设备运行环境监测系统。该系统应具备以下功能:①温度监测:实时监测设备运行过程中的温度变化,确保设备在适宜的温度范围内运行。②湿度监测:实时监测设备运行环境中的湿度变化,防止设备因湿度过大而受到腐蚀。③压力监测:实时监测设备运行过程中的压力变化,确保设备在正常的工作压力下运行。④振动监测:实时监测设备运行过程中的振动情况,发现异常振动及时处理,防止设备因振动过大而损坏。⑤粉尘浓度监测:实时监测设备运行环境中的粉尘浓度,确保设备在清洁的生产环境中运行。在设备运行现场安装相应的监测传感器,通过有线或无线方式将数据传输至监控中心。定期检查传感器运行状态,确保数据采集准确无误;对监测数据进行实时分析,及时发现异常情况。

3.1.3 设备寿命监测

为了延长设备使用寿命,减少设备故障,需要建立一个设备寿命监测系统。该系统实时监测设备关键部件的磨损情况,预测设备磨损程度,提前采取预防措施。实时监测设备老化程度,发现老化迹象及时更换设备,避免因设备老化而导致的故障。通过大数据分析,预测设备可能出现故障的时间,提前做好设备维护工作。在设备关键部件安装相应的监测传感器,通过有线或无线方式将数据传输至监控中心。定期检查传感器运行状态,确保数据采集准确无误;对监测数据进行实时分析,及时发现异常情况。

3.2 实时数据采集和分析

在煤矿煤炭洗选设备维护管理系统的建立中,实时数据采集和分析是至关重要的环节。通过在洗选设备上安装传感器、摄像头等监测设备,实现对设备运行状态的实时监测。采集的数据包括设备运行参数、运行时间、故障信息、能耗

等。将采集到的数据通过有线或无线网络传输至设备维护管理平台,确保数据的实时性和准确性。通过对设备运行参数的实时监测,分析设备是否处于正常工作状态,发现潜在故障隐患。利用历史数据和机器学习算法,对设备故障进行预测,提前发现并排除潜在故障,降低设备停机时间。对设备能耗进行监测和分析,找出能耗较高的环节,提出节能降耗措施。通过对设备运行数据的分析,预测设备的剩余寿命,为设备更换提供依据。根据数据分析结果,对设备运行状态、故障风险等进行预警,并及时发送报警信息,提醒相关人员采取措施。根据预警和报警信息,对设备进行故障诊断,制定维修方案,提高维修效率^[1]。结合设备运行数据、故障诊断结果和维修记录,对设备进行科学管理,延长设备使用寿命,降低维护成本。通过图表、曲线等形式,将设备运行数据、分析结果和预警信息直观地展示出来,方便管理人员了解设备运行状况。根据实际运行情况和用户反馈,不断优化系统功能,提高设备维护管理系统的实用性和可靠性。

3.3 根据设备运行状态和故障原因,制定合理的维护计划

3.3.1 数据收集与分析

定期收集设备运行数据,包括设备运行时间、负荷、温度、振动、压力等关键参数。分析设备运行数据,了解设备运行趋势,预测可能出现的故障。结合设备运行数据,分析设备故障原因,如磨损、润滑不良、电气故障等。总结历史故障案例,找出常见故障原因,为制定维护计划提供依据。

3.3.2 制定维护计划

根据设备运行状态和故障原因,将设备分为重点监控、一般监控和普通监控三个等级。针对不同等级的设备,制定相应的维护计划,包括日常巡检、定期检修、预防性维护等。针对重点监控设备,增加巡检频次,提前发现潜在故障,避免事故发生。

3.3.3 维护计划执行与跟踪

在制定合理的维护计划后,确保计划的执行与跟踪,以保证设备运行的安全性和高效性。根据维护计划,明确责任人和执行时间,确保各项维护工作按时完成。对维护人员进行培训,使其掌握必要的技能和知识,提高维护质量^[2]。对设备进行定期检查,确保设备处于良好状态。对维护过程中出现的问题及时记录,并采取相应措施进行解决。对维护计划的执行情况进行实时跟踪,确保维护工作按计划进行。建立维护档案,详细记录设备运行状态、维护时间、维护人员、维护内容等信息。定期对维护档案进行分析,评估维护效果,为后续维护工作提供依据。

3.3.4 优化维护计划

在执行维护计划的过程中,要不断总结经验,优化维护计划,以提高设备维护效率。收集设备操作人员、维护人员及管理人员对维护计划的反馈意见。分析反馈意见,找出计划中的不足之处。根据收集到的反馈意见,对维护计划进行适当调整,提高维护计划的针对性和实用性。针对设备运

行特点,优化维护周期,降低设备故障率。定期评估维护效果,分析设备运行状态,不断优化维护策略。引进新技术、新材料,提高维护质量,降低维护成本。

4 煤矿煤炭洗选设备维护管理系统维护策略

4.1 系统日常维护

4.1.1 数据备份与恢复

定期对系统数据库进行备份,确保数据安全。建议每天进行一次全量备份,每周进行一次增量备份。备份完成后,将备份数据存储在安全的地方,如异地存储或云存储。定期检查备份数据的有效性,确保在需要恢复数据时能够顺利进行^[1]。在系统发生故障或数据丢失时,根据实际情况选择合适的恢复策略,如直接恢复到最近一次的备份,或者恢复到特定时间点的数据。

4.1.2 系统监控与故障排除

实时监控系统运行状态,包括服务器负载、内存使用、磁盘空间等,确保系统稳定运行。监控系统日志,及时发现异常情况,如错误信息、警告信息等。对监控系统中的异常信息进行分析,找出故障原因,并采取相应措施进行修复。定期对系统进行性能优化,如调整数据库索引、优化查询语句等,提高系统运行效率。制定应急预案,针对可能出现的故障情况,提前做好准备,确保在故障发生时能够快速恢复。

4.2 系统升级与优化

4.2.1 功能改进

引入先进的数据分析技术,增强系统对设备运行状态的实时监测能力,实现设备故障的提前预警,减少意外停机时间。针对不同类型的设备故障,系统应能提供差异化的报警策略,便于操作人员快速响应和处理。通过数据挖掘,为设备维护提供更有针对性的建议,提高维护效率^[4]。当设备出现复杂问题时,系统可支持远程专家协助,缩短故障解决时间。根据设备历史运行数据,系统可自动推荐维护计划,减少人为干预。

4.2.2 性能优化

通过优化算法,减少数据处理时间,提高系统响应速度,确保设备实时监控需求得到满足。针对可能出现的问题,如网络波动、设备故障等,系统应具备良好的容错能力,确保数据传输和系统运行的稳定性。优化系统架构,减少系统运行过程中对硬件资源的占用,降低设备维护成本。加强数据加密和备份机制,确保设备运行数据的安全可靠。根据用户反馈,不断优化系统界面设计,提高用户体验。

4.3 人员培训与技术支持

4.3.1 维修人员培训

提高维修人员的专业技能,确保设备正常运行。培养维修人员的团队协作能力,提高维修效率。增强维修人员的安全生产意识,降低事故发生率。对煤炭洗选设备的各个组成部分进行详细介绍,包括工作原理、性能特点等。针对常见故障进行分析,教授维修人员诊断及排除故障技巧。

讲解设备维修的基本工艺,如拆卸、安装、调试等^[5]。强调维修过程中的安全注意事项,确保人员安全。邀请专家进行授课,讲解设备结构、原理、故障诊断及排除方法等。组织维修人员进行现场实操,巩固所学知识。分析实际维修案例,提高维修人员解决实际问题的能力。

4.3.2 操作人员培训

提高操作人员对煤炭洗选设备的操作熟练度。帮助操作人员了解设备性能,掌握设备维护保养方法。提高操作人员对设备故障的初步判断和应急处理能力。由设备管理专业人员向相关操作人员讲解设备操作流程,让操作人员熟练掌握操作方法。设备管理专业人员还应介绍设备日常维护保养知识,提高操作人员维护意识。专业人员也应该讲解常见故障及处理方法,提高操作人员应急处理能力。邀请专业人员进行现场操作演示,解答操作人员疑问。通过视频、电话等方式,为操作人员提供设备操作手册、维护保养指南等资料,方便操作人员自学。

4.3.3 技术支持服务

协助用户完成设备安装,确保设备正常运行。为用户提供设备维修服务,解决设备故障。根据用户需求,提供设备升级改造方案。解答用户在设备使用过程中遇到的问题,提供技术支持。提供7×24小时电话咨询,解答用户疑问。根据用户需求,派遣专业技术人员到现场进行服务。通过远程技术支持,解决用户设备问题。

5 结论

研究表明,建立煤矿煤炭洗选设备维护管理系统,首先要对设备运行状态进行全面监测,包括设备运行参数、运行环境、设备寿命等。通过实时数据采集和分析,及时发现问题,为设备维护提供依据。根据设备运行状态和故障原因,制定合理的维护计划,包括定期检查、保养、维修等。同时,加强对操作人员的培训,提高设备操作技能和安全意识。通过建立设备维护管理系统,实现设备维护的标准化、信息化、智能化,提高维护效率,降低维护成本。在实际应用中,煤矿煤炭洗选设备维护管理系统取得了显著成效,设备故障率明显降低,设备运行效率提高,为煤矿安全生产和经济效益提供了有力保障。

参考文献

- [1] 邵飞,高英全.煤矿煤炭洗选设备维护管理系统的建立与维护[J].内蒙古煤炭经济,2023(17):46-48.
- [2] 连经利,魏剑,桑岗卫.煤矿煤炭洗选设备的选取与应用[J].内蒙古煤炭经济,2023(17):130-132.
- [3] 闫军.提高煤炭洗选质量的措施分析[J].能源与节能,2021(05):132-133.
- [4] 周鼎宇,张弛.黄陵一号煤矿洗选设备及布置确定[J].内蒙古煤炭经济,2020(18):38-39.
- [5] 张新.基于大数据技术的煤炭洗选设备运行数据监测系统设计[J].化工矿物与加工,2020,49(10):9-12+56.

Analysis of the Application and Development Trend of Agricultural Machinery in Precision Agriculture

Ming Zhao

People's Government of Lianerwan Township, Lintao County, Dingxi City, Gansu Province, Dingxi, Gansu, 743000, China

Abstract

With the accelerating process of agricultural production modernization, precision agriculture, as an emerging agricultural production mode, has become an important means to improve agricultural production efficiency and reduce the waste of resources. The application of agricultural machinery in precision agriculture has promoted the transformation of agricultural production mode, especially in the planting, harvesting, spraying and other links. This paper analyzes the role and application of agricultural machinery in precision agriculture, including precision fertilization, precision sowing, mechanized harvesting and other aspects, and discusses the development trend of agricultural machinery. Through the case analysis of the combination of agricultural machinery technology and precision agriculture, this paper summarizes the advantages and disadvantages of agricultural machinery in improving agricultural output value, optimizing resource utilization and environmental protection. Finally, the future development direction of agricultural machinery in precision agriculture is discussed, and the integrated application of intelligent, automation and green environmental protection technology is emphasized.

Keywords

precision agriculture; agricultural machinery; intelligent; automation; development trend

农业机械在精准农业中的应用与发展趋势分析

赵明

甘肃省定西市临洮县连儿湾乡人民政府, 中国·甘肃 定西 743000

摘要

随着农业生产现代化的进程不断加快, 精准农业作为一种新兴的农业生产模式, 已成为提高农业生产效率和减少资源浪费的重要手段。农业机械在精准农业中的应用, 推动了农业生产方式的转型, 尤其是在种植、收获、喷洒等环节。论文分析了农业机械在精准农业中的作用与应用, 包括精准施肥、精准播种、机械化收获等方面, 并探讨了农业机械发展的趋势。通过对农业机械技术与精准农业结合的案例分析, 总结了农业机械在提升农业产值、优化资源利用及环境保护等方面的优势与不足。最后, 展望了未来农业机械在精准农业中的发展方向, 强调了智能化、自动化与绿色环保技术的融合应用。

关键词

精准农业; 农业机械; 智能化; 自动化; 发展趋势

1 引言

随着全球人口的不断增长以及耕地资源的有限性, 传统的农业生产模式已经难以满足现代化的需求。精准农业 (Precision Agriculture, PA) 作为一种基于信息技术的新型农业生产模式, 通过高效利用数据和先进设备, 提高农业生产的资源利用效率, 并减少环境污染。农业机械作为精准农业实施的核心设备之一, 其技术水平直接决定了精准农业的实施效果。

农业机械的智能化、自动化发展, 能够实现精准施肥、

精准播种、自动收获等多个环节的精确控制, 最大程度提高作物产量与质量, 同时减少人工成本和资源浪费。当前, 农业机械在精准农业中的应用已逐渐成为提升农业生产效率的重要手段。随着技术的不断进步, 农业机械的功能日趋完善, 性能不断提升, 推动了农业现代化的进程。

然而, 尽管农业机械在精准农业中展现出巨大的潜力, 仍面临着设备成本高、技术更新速度快、操作难度较大等挑战。

2 农业机械在精准农业中的应用

2.1 精准施肥

精准施肥是精准农业中的关键技术之一, 它通过实时监测土壤的养分含量, 利用农业机械进行精确的肥料施放, 从而有效提升肥料利用效率, 减少过量施肥对环境的污

【作者简介】赵明 (1988-), 男, 中国甘肃定西人, 本科, 工程师, 从事农业机械研究。

染。传统的施肥方法由于依赖人工操作，往往难以实现精准控制，导致肥料浪费和环境污染。现代农业机械通过集成GPS定位系统和土壤传感器，能够实时获取土壤中氮、磷、钾等养分的分布情况，并根据不同区域的需求进行差异化施肥。智能施肥系统根据实时监测数据，自动调整施肥量和施肥速度，使肥料的分布更均匀，避免肥料在某些区域过量使用，造成浪费和环境污染。例如，智能施肥机能够根据预设的施肥方案和实时监测数据，调整施肥量和施肥速度，实现“定点施肥”。这种方式不仅能确保每一片土地得到最适宜的肥料量，还能够避免传统施肥方式中出现的浪费问题，提高了肥料的利用率，并减少了化肥对土壤和水体的污染。此外，精准施肥技术通过优化施肥策略，还能提升作物的产量和质量，推动农业的绿色可持续发展。

2.2 精准播种

精准播种技术是利用农业机械进行种子精准布置的技术。传统播种方式通常采用统一播种量，这种方式不能根据土壤的质量、湿度等变化因素进行调整，容易导致种子浪费或播种深度不一致，从而影响作物的生长和收成。而现代农业机械通过集成智能感知技术和自动控制系统，能够根据土壤的不同情况实现精准播种。精准播种不仅涉及种子数量和间距的控制，还需考虑土壤的湿度、温度和含氧量等环境因素。智能播种机通过感应系统实时监控土壤状况，自动调整播种深度、行距和密度。例如，GPS定位和地面感应系统的结合使得播种机能够精准控制种子的覆盖区域，确保每一颗种子都被放置在最合适的位置。智能控制系统还可以动态调整播种速度，以适应不同土壤条件下的作业需求，减少种子的浪费，并确保均匀生长。随着技术的进步，精准播种技术的智能化程度不断提升，未来将进一步提高作物的种植效率，推动农业生产的规模化和高效化^[1]。

2.3 自动化收获

收获是农业生产中至关重要的环节。传统的收获方式劳动强度大、效率低，并且容易受天气、作物种类等因素的影响。随着农业机械化水平的提高，自动化收获已经成为现代农业的主要发展方向之一。智能化收获机械能够根据作物的生长状况和实时监控数据，判断最佳的收获时间，并精确控制收获的方式和时间。智能联合收割机通过搭载的先进传感器和摄像头，能够实时监控作物的成熟度、果实的大小和收获的最佳时机，从而决定是否开始收割并调整作业模式。例如，智能化联合收割机采用了先进的视觉识别技术和自动控制技术，能够自动识别不同作物的生长状态，并根据作物的成熟度自动调整收割机的工作模式。这不仅提高了收获效率，减少了损失，还确保了作物收割的质量，特别是在大规模农业生产中，能够大幅降低人工成本，提升劳动生产率。与此同时，自动化收获技术的应用还能够实现无人作业，从而减小劳动强度，解放劳动力，降低农业生产成本。随着技术的不断进步，未来农业收获将更加高效、智能，进一步推

动农业产业现代化。

3 农业机械发展趋势

3.1 智能化技术的广泛应用

随着人工智能、物联网、大数据等技术的迅猛发展，农业机械的智能化已成为未来发展的重要趋势。通过集成传感器、自动控制系统以及云计算平台，农业机械能够实时获取并处理大量数据，实现精确的决策支持。例如，智能感知系统能够实时监控土壤的养分情况、作物的生长状况以及气候变化等信息，为农业机械提供数据支持，从而优化作业方案。随着深度学习算法和人工智能的进步，农业机械的智能化程度也将不断提高，使得机械能够根据实时数据自动调整工作模式，优化作业效果。未来，智能化农业机械不仅能够实现自主作业，还能与其他农业设备和系统进行互联互通，形成智能农业生态系统。通过智能化的管理平台，农业生产者可以随时监控和调整农业机械的作业状态，提高生产效率，减少资源浪费。随着5G技术的普及，智能化农业机械将能够实现更低延迟和更大带宽的数据传输，提升农业生产的实时反应能力^[2]。

3.2 自动化水平的提升

自动化是农业机械发展的另一个重要趋势。现代农业机械通过集成先进的自动化技术，可以大幅度降低人工成本，提升生产效率。例如，在精准播种、精准施肥和收获过程中，自动化农业机械能够通过预设的作业模式，自动完成复杂的操作，减少人工干预的需求，降低操作难度，提高作业精度。此外，自动化技术的不断进步，使得农业机械不仅能够完成单一的操作任务，还能具备多种作业能力。例如，自动驾驶技术和路径规划算法的应用，使得农业机械能够在复杂的地形和不同的作业环境中自主行驶，完成全程作业。随着自动化技术的不断发展，农业机械将能够在不同的作业环境下自动调节作业模式，完成从播种到收获的全程自动化作业，这将极大地提高农业生产效率，促进农业生产的机械化、规模化和现代化。更重要的是，自动化农业机械还可以通过大数据分析进行作业优化，使得农业生产更加智能化和高效。

3.3 绿色环保技术的整合

随着环保意识的不断提高，绿色环保技术已成为农业机械发展的重要方向。未来的农业机械不仅要满足高效生产的要求，还需要具备低污染、低能耗的特点。智能施肥、精准播种等技术能够有效减少农药和化肥的使用量，降低农业生产对环境的污染。此外，电动化农业机械的应用也逐渐成为行业趋势，它能够减少化石燃料的使用，降低温室气体排放，符合可持续发展的要求。在绿色环保技术的推动下，农业机械将逐步从传统的化石燃料驱动转向更加环保的能源来源，如太阳能、电池驱动等，减少对环境的负面影响。与此同时，绿色农业机械还能够通过高效能的作业系统，减少

对土壤和水源的破坏,促进农业的可持续发展。随着环保政策的不断完善和环保技术的进步,绿色农业机械将成为未来农业机械发展的主要方向之一,并推动全球农业生产模式的转型^[3]。

4 农业机械在精准农业应用中的挑战

4.1 高成本问题

尽管农业机械在提高生产效率和降低成本方面具有明显优势,但高昂的购置和维护成本仍然是许多农民面临的挑战。尤其是在发展中国家,由于资金和技术限制,农民对高端农业机械的购买力较弱,导致精准农业的普及受到一定制约。在一些地区,农业机械的购置和维护成本已经成为农民无法跨越的门槛,导致了精准农业的应用进程滞后。特别是在小规模和家庭农场中,传统农业作业方式仍占主导地位,农民对新型农业机械的投入往往缺乏足够的信心。因此,降低农业机械的成本,提高其性价比,将是未来农业机械发展的关键任务。通过规模化生产和技术创新,农业机械的成本有望逐渐降低,从而推动精准农业在更多地区的推广与应用。此外,政府政策的支持和补贴也是降低农业机械使用成本的重要途径,未来的农业机械发展将更加注重高效与经济性并存。随着成本的进一步降低,农业机械有望更加普及,进而加速精准农业的发展进程。

4.2 技术适应性

农业机械的技术更新换代速度较快,但很多农业机械产品的技术仍然存在着较大的区域适应性差异。例如,一些农业机械可能在某些地区的土壤、气候等条件下表现优异,而在其他地区则可能因地形、气候等因素的不同无法发挥最佳效果。如何提高农业机械的适应性和通用性,是目前亟待解决的技术难题。为解决这一问题,许多农业机械制造商已经开始探索多功能和可调节的设计,以确保农业机械能够适应不同地区和气候条件的需求。例如,现代农业机械越来越注重“智能适应性”,可以根据不同地区的土壤类型、作物种类及气候变化,自动调整作业模式和工作参数。此外,现代农业机械也越来越倾向于具备数据采集和分析功能,通过传感器和物联网技术实现对环境变量的实时监控,从而自动调整工作模式,以适应多样化的农业生产环境。这一技术的发展不仅能提高农业机械的效率,还能推动精准农业的普及和升级。通过对数据的智能化处理,农业机械的适应性得到显著提升,从而满足更广泛的农业需求,特别是在高精度和多样化作业中展现出强大的优势^[4]。

5 结语

农业机械在精准农业中的应用,极大地推动了农业生产方式的变革,提升了农业生产效率和资源利用率。通过精准农业技术,农业机械不仅使得作业过程更加精准,还能根据实时数据优化农业资源配置,从而显著提高土地利用、降低水资源浪费和化肥、农药的过度使用。在精准播种、精准施肥、智能灌溉等领域的应用,能够有效地降低资源浪费,提高农产品产量和质量。例如,智能施肥系统根据土壤养分实时调整施肥量,确保肥料的高效利用;智能播种机根据土壤湿度和温度进行精准播种,减少了种子的浪费并提升了作物生长环境的均匀性。农业机械的智能化不仅提升了单一作业环节的效率,还通过各环节的协同作用,提高了整体生产效率,进一步促进了精准农业的普及。

然而,当前农业机械仍面临高成本、技术适应性差等挑战。高昂的购置和维护费用仍然是许多农民无法承受的负担,尤其在欠发达地区和小规模农业中,精准农业技术的普及受到一定限制。农业机械的技术更新速度较快,然而不同地区的土壤条件、气候变化以及作物种类等因素使得现有机械的技术适应性存在较大差异。例如,某些高效农业机械在某些地区的应用效果良好,但在其他地区却无法达到预期的效果,这使得技术的普遍适用性面临挑战。因此,未来的发展将依赖于技术创新与成本控制的双重突破。只有通过加强对农业机械多功能和高适应性的研发,降低其生产成本,才能使精准农业技术更广泛地适用于不同类型的农场,推动全球农业的现代化进程。

未来,随着技术的不断进步,农业机械在精准农业中的应用将更加广泛,为实现全球农业可持续发展提供坚实的支撑。人工智能、大数据、物联网等技术的融合将为农业机械带来更多的创新应用,进一步提升其自动化、智能化和绿色环保性能。

参考文献

- [1] 陈立平.精准农业变量施肥理论与试验研究[D].北京:中国农业大学,2003.
- [2] 刘徽,赵同科,方正,等.精准农业研究进展[J].安徽农业科学,2005(3):506-507.
- [3] 侯建平.精准农业发展模式选择与评价研究[D].天津:天津大学,2007.
- [4] 聂兵.我国精准农业的实施路径及其方向选择[D].济南:山东农业大学,2009.

The Influence of Different Baking Processes on the Tobacco Production Quality after Baking

Chenyi Yang

Dali Tobacco Company Heqing County Branch, Dali, Yunnan, 671500, China

Abstract

In order to study the effects of different curing processes on the quality traits of cured tobacco, Yunyan 99 was used as the test material to design three curing processes for comparative experiments, among which T1: medium temperature and medium humidity treatment; T2: low-temperature curing process; T3: Medium temperature, medium humidity and appropriately prolonged the yellowing time; The results showed that the curing time and cost of T3 treatment were lower, the curing property value was the highest, and the proportion of high-grade tobacco after curing was 7.8% and 13.7% higher than that of T1 and T2 treatments, respectively. Compared with T1 and T2 treatments, the curing loss rate was reduced by 0.5% and 1.3%, respectively, and the appearance quality was more harmonious and the effect was the best.

Keywords

flue-cured tobacco; curing process; quality

不同烘烤工艺对烤后烟产质量的影响

杨趁义

大理州烟草公司鹤庆县分公司, 中国·云南大理 671500

摘要

为探究不同烘烤工艺对烤后烟产质性状的影响,以云烟99作为供试材料,设计三种烘烤工艺作对比试验,其中T1:中温中湿处理;T2:低温烘烤处理;T3:中温中湿并适当延长变黄时间处理;结果表明:T3处理烘烤时间和烘烤成本较低,烤房产值最高,烤后烟上等烟比例分别高出较T1、T2处理7.8%和13.7%;烘烤损失率分别较T1、T2处理降低0.5%和1.3%,外观质量更加协调,效果最好。

关键词

烤烟;烘烤工艺;质量

1 引言

烟叶烘烤是烟叶生产中的关键一环,烘烤过程产生许多复杂的生理生化变化,这些反应产物能显著影响烤后烟的外观内在质量和致香物质的形成,从而显著影响烤后烟叶的产、质量。长期以来许多研究人员针对烤烟烘烤工艺和烟叶质量相关性做了大量相关工作,取得了较好的结果。

前人研究发现:在中温中湿烘烤工艺中加入40℃和60℃温度节点能有效降解烤后烟中淀粉的含量,也能促进在变黄期充分失水,肋边变黄。尹翊先等经过两种烘烤工艺的对比研究,发现在中温中湿条件下,烤后烟化学成分的协调性、感官评析质量、物理特性和外观质量显著提高,从而改善烤烟质量,提升烟叶均价。周钰淇认为对于K326来说,应根据烟叶部位特征选择使用不同的烘烤工艺,对于质量更

好的中部烟叶来说,采用中温中湿烘烤工艺,能够充分发挥烤后烟叶质量。

目前普遍认为烘烤工艺会对烤后烟叶质量产生影响,但是对于具体温湿度对烟叶的影响却存在一定的争议。如覃潇,任周营、詹军、江祥伟等认为低温低湿变黄能改善烟叶内化学成分,提升烟叶质量;而李艳梅、崔国民、马浩等认为低温低湿会抑制烟叶致香物质形成,不利于烟叶质量提升,而使用中温中湿处理,则能提升烟叶评吸质量和致香成分含量,从而提升烟叶质量。也有研究表明:如在正常工艺变黄期38℃延长10h,则烤烟的失水协调性、变黄协调性以及失水与变黄协调性最好,可以提升烘烤效果。

基于上述争议,同时结合鹤庆县松桂部分烟区存在烘烤时间长、工艺设置不合理、烘烤损失率高,农户设置曲线时随烤随改等现象,为提升烘烤效率,减少劳力浪费,切实为本烟区提供可指导烟农烘烤技术的工艺,本研究分别设置中温中湿、低温低湿、中温中湿适当延长烘烤时间三种工艺曲线,探究不同烘烤工艺对烤后烟产、质量的影响,旨在探

【作者简介】杨趁义(1996-),男,中国河南开封人,硕士,助理农艺师,从事烟草栽培与调制加工研究。

明适宜本烟区的优质烤烟对应的最佳处理，以期为指导松桂烟区科学烘烤提供依据。

2 材料与方法

2.1 供试材料

供试品种为云烟99，试验于2024年9月—10月在大理州鹤庆县松桂镇进行，烤房为标准密集式烤房，装烟室长8m，宽2.7m，高3.5m，通风方式为机械强制通风气流上升式，

选取大田管理规范、生长协调一致、落黄均匀的成熟中部叶进行烘烤，供试燃料由当地合作社统一购置，为生物质燃料，每袋40kg，不含补贴价格900元/吨，补贴后价格750元/吨，计算每炉次燃料成本时以不含补贴价格计算。

2.2 试验设计

按照表1分别在3座烤房设置工艺曲线，风机操作以满足温湿度要求为依据，在密集烤房内进行烘烤，每座烤房除烘烤工艺不同外其余操作均统一。

表1 不同工艺各温湿度节点设置参数

处理	温度/°C	湿度/%	升温时间/h	稳温时间/h
T1 (中温中湿)	35	33-34	5	13
	38	35-36	6	20
	42	36	10	12
	48	37	12	13
	54	38	12	10
	68	39-41	14	30
T2 (低温烘烤)	28	26	4	6
	30	28	4	12
	32	28-30	4	50
	36	30-32	8	12
	42	32	12	30
	48	34	12	30
	54	34	6	16
68	35	6	30	
T3 (改进工艺)	35	33-34	5	13
	38	35-36	6	20
	40	36	4	16
	42	36	10	12
	45	36	6	12
	48	37	12	13
	54	38	12	10
	68	39-41	14	30

2.3 测定项目及方法

①烘烤时间、烘烤成本。烘烤时间从烟叶工艺曲线设置完成点火开始计时到烟叶停火结束，记录整炉次烘烤时间。烘烤成本 = 燃料成本 + 电费 + 烤房租赁费，其中燃料成本 = 燃料使用量 × 燃料单价。

②单位干叶重的燃料消耗量。单位干叶重的燃料消耗量 = 每炉次燃料消耗重量 / 每炉次烤后烟干重。

③经济性状。统计每炉次干叶重，上、中等烟比例，上、中等烟比例 = 烤房上(中)等烟重量 / 烤房干叶重 × 100%，烤房产值指标。其中烤房干重以下完烟之后整车称重去皮。上中等烟比例和烤房产值以实际交售为准。

④烘烤损失率：烘烤损失率 = 烤房烤坏烟重 / 烤房干叶重 × 100%。

⑤外观质量。对烤后各处理描述外观质量特征，综合评价其物理特性，包括成熟度、颜色、身份、油分、色度、结构。

2.4 数据处理

采用 Excel 及 SPSS 21.0 软件进行数据分析。

3 结果与分析

3.1 不同烘烤工艺对烘烤时间、成本的影响

由表2可知：不同烘烤工艺处理对烘烤时间影响差异显著，表现为 T2>T3>T1，且 T2 (低温烘烤) 处理分别高于 T1、T3 处理 35.12%，19.42%；烘烤成本中 T2 燃料用量和电费用量也表现为最高，烘烤成本总计表现为 T2>T3>T1，其中 T1 处理最低，分别较 T2、T3 处理降低 566、254.5 元/炉次。

表 2 不同烘烤工艺对烘烤时间、成本的影响

处理	烘烤时间 (h)	烘烤成本 (元)					
		燃料用量 (炉/kg)	燃料单价 (元/kg)	燃料费用 (元/炉)	电费 (元/炉)	烤房租赁费 (元/炉)	成本总计 (元/炉)
T1	157.3	1440	0.75	1080	130	400	1610
T2	242.2	2148	0.75	1611	165	400	2176
T3	195.6	1762	0.75	1321.5	143	400	1864.5

3.2 不同烘烤工艺烤出 1kg 干烟叶的燃料消耗量

由图 1 可以看出,不同烘烤工艺烤出 1kg 干烟叶的燃料消耗量不同,表现为 T2>T3>T1,且 T2 处理分别高出 T1、T3 处理 40.10%,21.12%。综合来看:T1、T3 处理烤出 1kg 干烟叶的燃料消耗较少,效果较好。

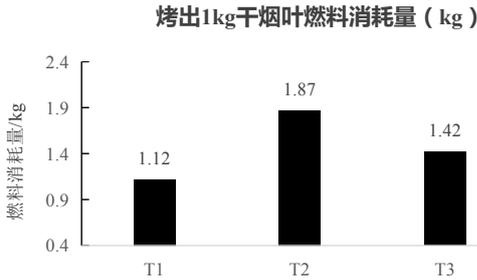


图 1 不同烘烤工艺烤出 1kg 干烟叶的燃料消耗量

3.3 不同烘烤工艺对经济性状的影响

由表 3 可知,不同烘烤工艺对烤后烟经济性状影响差异显著:烤后烟重表现为 T1、T2 最高,且显著高于 T3;上、中等烟比例各处理之间没有显著差异;上等烟比例表现为 T3 最高,且显著高于 T1、T2 处理;烤房产值表现为:T3>T1>T2。综合来看:T3 处理烤后烟干重较高,上等烟比例和烤房产值最大,效果最好。

表 3 不同烘烤工艺对经济性状的影响

处理	烤后烟干重	上、中等烟比例	上等烟比例	中等烟比例	烤房产值
	炉/kg	%	%	%	
T1	1276	95.6	78.4	17.2	47505.48
T2	1148	94.8	72.5	22.3	42223.44
T3	1237	96.1	86.2	9.9	47772.94

3.4 不同烘烤工艺对烘烤损失率的影响

由图 2 可知:不同烘烤工艺对烘烤损失率影响差异显著,烘烤损失率大小表现为 T2>T1>T3,其中 T3 处理最低,为 3.9%,显著低于 T1 处理。综合来看 T3 处理烘烤损失率最低,效果最好。

3.5 不同烘烤工艺对外观质量的影响

由表 4 可知,不同烘烤工艺对烤后烟外观质量影响不同,各处理之间成熟度和颜色均表现为成熟、桔色;身份表现为 T1、T3 处理中等,T2 处理为稍薄;油分表现为 T1、T3 处理有,T2 处理为稍有;色度表现为 T1、T3 处理强,T2 处理为中;

结构各处理之间均表现为疏松。综合来看:T1、T3 处理外观质量较好。

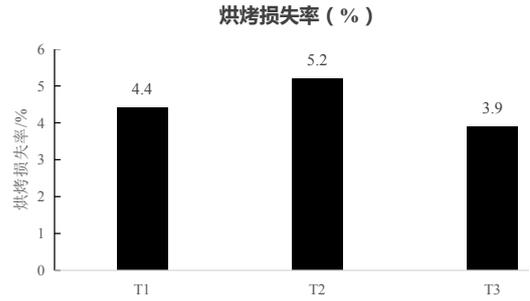


图 2 不同烘烤工艺对烘烤损失率的影响

表 4 不同烘烤工艺对外观质量的影响

处理	成熟度	颜色	身份	油分	色度	结构
T1	成熟	桔色	中等	有	强	疏松
T2	成熟	桔色	稍薄	稍有	中	疏松
T3	成熟	桔色	中等	有	强	疏松

4 讨论

云南鹤庆烟区位于滇西北高原生态烟区,平均海拔 1800 多米,烤烟生产在当地经济发展地位中举足轻重。烟叶烘烤作为烤烟生产的关键技术环节,很大程度上决定了烤后烟的质量优劣。

前人研究发现:烘烤过程产生许多复杂的生理生化变化,这些反应产物能显著影响烤后烟的外观内在质量和致香物质的形成,合适的烘烤工艺能显著改善烤烟质量,但是对于烘烤工艺选择各研究人员存在一定争议,部分学者认为低温低湿条件能促进烟叶成分协调,提升质量;也有学者认为,低温低湿环境会抑制烟叶中致香物质的形成,不利于烟叶评吸质量的形成,中温中湿工艺效果较好。

本试验研究发现,与低温低湿变黄相比,中温中湿工艺能有效降低烘烤成本,减少烘烤损失率,提升上等烟率;同时在中温中湿工艺的基础上,适当延长变黄烘烤时间能显著提升上等烟比例和烤房产值,效果最好。

另外适当延长烘烤时间虽然使得烘烤时间有所拖长,烘烤成本增加,但是带来优质烟比例提升,烤房产值增加的补偿,这种补偿多于减少这部分烘烤时间和成本的价值,即这部分价值除了满足必要延长烘烤时间的烘烤成本之外,还会带来额外收益。所以本试验研究认为:在烘烤过程中适当

延长烘烤时间,有利于提升上中等烟比例,增加烤房产值,效果最为明显。

5 结论

鹤庆县松桂烟区选择中温中湿变黄,并适当延长烘烤时间,有利于烤后烟叶品质的形成,提升烟叶质量,增加烤房产值,效果最优。

参考文献

- [1] 宫长荣,孙福山,刘奕平,等.烘烤环境条件对烟叶内在品质的影响[J].中国烟草科学,1999(2):10-11.
- [2] 王涛,贺帆,詹军,等.烘烤过程中不同部位烟叶颜色值和主要化学成分的变化[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2012,38(2):125-130.
- [3] 闫鼎,徐海清,曹亚凡,等.中温中湿烘烤工艺对烤烟淀粉含量及品质的影响[J].安徽农学通报,2022,28(7):117-119.
- [4] 尹翊先,张发明,彭坚强,等.2种不同烘烤工艺对红花大金元主要质量性状的影响[J].贵州农业科学,2017,45(4):102-105.
- [5] 周钰淇.不同烘烤工艺K326主要质体色素变化规律研究[D].湖南农业大学,2013.
- [6] 覃潇,姚少云,王祖福,等.基于生物质颗粒燃料的低温低湿烘烤工艺对云烟87烟叶质量的影响[J].作物研究,2022,36(6):546-550+567.
- [7] 任周营,何力,刘欢,等.烘烤工艺对上中部烟叶化学品质的影响[J].甘肃农业科技,2021,52(6):59-63.
- [8] 詹军,张晓龙,周芳芳,等.低温变黄与干筋烘烤工艺对中上部烟叶质量的影响[J].河南农业科学,2012,41(11):155-160.
- [9] 江祥伟,李井军,易克,等.不同烘烤工艺技术对烟叶品质的影响[J].作物研究,2021,35(1):61-65.
- [10] 李艳梅,宫长荣,陈江华,等.烟叶在烘烤过程中脂氧合酶、脱落酸与色素降解的关系[J].中国烟草学报,2001(3):46-48.
- [11] 崔国民,黄维,赵高坤,等.不同烘烤工艺对烟叶评吸质量及致香物质的影响[J].安徽农业科学,2013,41(24):10125-10128.
- [12] 马浩,陈少鹏,薛刚,等.不同烘烤工艺烤后烟叶内在质量评价及关联性分析[J].浙江农业科学,2023,64(7):1790-1796.
- [13] 王利祥.云烟116烤烟品种配套烘烤工艺研究[J].现代农业科技,2023(8):188-191+197.
- [14] 孟智勇,李建华,马浩波,等.烘烤工艺对豫中浓香型烤烟上六片烟叶品质的影响[J].河南农业科学,2021,50(10):154-162.
- [15] 苟正贵,熊茂荣,何孝磊,等.变黄期不同烘烤工艺对烤后上部烟质量的影响[J].贵州农业科学,2020,48(10):121-126.
- [16] 李研,普恩平,王亚辉,等.均风板对烟叶模拟烘烤机内气流分布的影响[J].西南农业学报,2020,33(2):423-428.
- [17] 杨波,张喜峰.不同烘烤工艺对中部烟叶烘烤质量的影响[J].陕西农业科学,2021,67(11):86-90.
- [18] 王松峰,王爱华,王先伟,等.密集烘烤工艺对烟叶多酚类物质含量及PPO活性的影响[J].中国烟草学报,2013,19(5):58-61.
- [19] 陆超,蒋南,刘伊芸,等.新中温中湿烘烤工艺下不同采收方式对烟叶质量的影响[J].作物研究,2018,32(4):312-317.
- [20] 金洪石,金江华,张勇德,等.不同烘烤工艺对延边烤烟化学成分和香气质量的影响[J].延边大学农学报,2013,35(3):200-205.

Application Study of High-precision Pressure Sensor in Dynamic Pressure Test

Yiqin Peng

Guangxi Zhuang Autonomous Region Institute of Metrology and Testing, Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract

With the continuous development of industrial technology, dynamic stress testing has been widely used in many fields, especially in the performance evaluation of aerospace, automotive, mechanical equipment and electronic products. As the core equipment in dynamic pressure test, high precision pressure sensor has the advantages of high sensitivity, high precision and fast response, and has become an important part of modern test technology. This paper discusses the principle, performance index and application field of high-precision pressure sensor in detail, and analyzes the practical application and challenges in dynamic pressure test. By comparing the characteristics of different types of pressure sensors and combined with the actual cases, this paper explains how to improve the test accuracy and reliability by optimizing the design and application of the sensors. Finally, this paper discusses the development trend of high-precision pressure sensor in dynamic pressure testing and proposes future research directions.

Keywords

high-precision pressure sensor; dynamic pressure test; test technology; performance evaluation; sensor application

高精度压力传感器在动态压力测试中的应用研究

彭义琴

广西壮族自治区计量检测研究院, 中国·广西南宁 530000

摘要

随着工业技术的不断发展, 动态压力测试在许多领域中得到了广泛应用, 尤其是在航空航天、汽车、机械设备以及电子产品的性能评估中。高精度压力传感器作为动态压力测试中的核心设备, 具有高灵敏度、高精度和快速响应等优点, 已成为现代测试技术的重要组成部分。通过对高精度压力传感器的原理、性能指标以及应用领域进行详细探讨, 分析了其在动态压力测试中的实际应用及所面临的挑战。通过对比不同类型压力传感器的特点, 结合实际案例, 阐述了如何通过优化传感器的设计与应用, 提升测试精度和可靠性。最后, 展望了高精度压力传感器在动态压力测试中的发展趋势, 并提出了未来的研究方向。

关键词

高精度压力传感器; 动态压力测试; 测试技术; 性能评估; 传感器应用

1 引言

随着科学技术的进步, 动态压力测试逐渐成为现代工业和科研领域中的一项基础性测试手段。它广泛应用于航空航天、汽车制造、机械工程、电子产品等多个领域, 尤其在对工作状态、性能测试以及安全性评估方面具有不可替代的作用。动态压力测试的核心在于精确测量和记录压力随时间的变化, 因此, 压力传感器的性能直接决定了测试结果的准确性和可靠性。

近年来, 随着微电子技术、材料科学以及传感器技术的不断发展, 传统的压力传感器面临着精度、响应速度和稳定性等方面的挑战。高精度压力传感器应运而生, 它们能够

提供更高的测量精度和更快速的响应速度, 对于动态压力测试而言, 其优势不言而喻。尤其是在需要监测快速变化、瞬时压力波动的应用场景中, 高精度压力传感器成为保证测试结果准确性和可靠性的关键。然而, 在实际应用中, 如何根据不同的测试需求选择合适的压力传感器, 如何克服高精度压力传感器的应用局限性, 仍然是一个亟待解决的问题。

本研究将探讨高精度压力传感器在动态压力测试中的应用, 重点分析其工作原理、性能特点以及面临的挑战, 并通过案例分析, 提出优化策略和发展方向。通过对相关技术的综合评估, 论文希望为实际应用中的传感器选择、测试方案设计和未来技术发展提供参考。

2 高精度压力传感器的原理与分类

2.1 压力传感器的基本原理

压力传感器是一种能够感知压力变化并将其转换为可

【作者简介】彭义琴(1982-), 女, 回族, 中国广西桂林人, 本科, 工程师, 从事压力计量研究。

测量信号的设备。其工作原理是基于物理变化的转换机制，常见的压力传感器类型包括电阻式、电容式、电感式、压电式和光纤式等。电阻式压力传感器通过应变片或半导体材料的电阻变化来感知压力，电容式传感器则利用电容的变化来实现压力的检测，而压电式传感器则是通过材料的压电效应来进行压力的检测。

高精度压力传感器通常采用先进的微电子技术，能够精确感知微小的压力变化，并将其转换为高精度的电信号输出。这些传感器的核心部件包括压力敏感元件、信号调理电路和转换电路。压力敏感元件负责将外界压力转化为物理量变化，信号调理电路用于放大和处理原始信号，最后通过转换电路将信号输出至测试设备或数据采集系统。

2.2 高精度压力传感器的分类

根据应用需求和工作环境的不同，高精度压力传感器可以分为多种类型。常见的分类方式包括按工作原理分类、按应用环境分类、按压力范围分类等。根据工作原理的不同，可以将压力传感器分为电阻式、压电式、电容式和光纤式等；按应用环境可以分为气体压力传感器和液体压力传感器；按压力范围，可以分为低压、高压和超高压压力传感器。

在高精度压力测试中，传感器的选择往往依赖于具体的测试需求。例如，在汽车碰撞测试中，需要精度极高、响应速度极快的压力传感器，而在航空航天领域，压力传感器则需要具备高稳定性和耐高温的特性。因此，针对不同的需求，选择合适的高精度压力传感器至关重要。

2.3 高精度压力传感器的性能指标

高精度压力传感器的性能评价主要基于以下几个关键指标：精度、灵敏度、响应时间、稳定性、重复性和耐用性。精度是衡量传感器测量误差大小的主要指标，灵敏度则表示传感器对微小压力变化的响应能力。响应时间是指传感器从接收到压力变化信号到输出稳定信号所需的时间，稳定性则指传感器在长期使用中的性能保持能力。此外，重复性和耐用性也直接影响到传感器的实际应用效果，尤其是在恶劣环境下工作的传感器。

3 高精度压力传感器在动态压力测试中的应用

3.1 在航空航天领域的应用

航空航天领域对压力传感器的精度和可靠性要求极高，尤其是在飞行器气动特性测试和发动机压力监测等方面。动态压力测试能够实时监测气流对飞行器表面以及发动机系统的压力变化，对设计优化和性能评估起到了重要作用。在这一过程中，采用高精度压力传感器能够提供更为准确的动态压力数据，从而确保飞行器在各种飞行状态下的安全性和稳定性。

例如，在航天器的气动测试中，压力传感器可以部署在机体表面或发动机进气口位置，实时监测压力波动。通过对动态压力变化的精确记录，设计人员能够获得更直观的气

动特性数据，进而优化气动外形，提高航天器的飞行性能。

3.2 在汽车工业中的应用

汽车工业中，尤其是在碰撞测试、刹车性能测试和发动机压力测试中，动态压力测试同样扮演着重要角色。在碰撞测试中，通过高精度压力传感器安装在车身各个部位，可以实时测量碰撞过程中各部件所承受的压力波动，从而评估车身的抗撞击能力和乘员安全性。在刹车系统的测试中，传感器能够监测刹车过程中轮胎与地面的压力变化，从而帮助优化刹车系统设计。

例如，在某汽车厂商进行新型制动系统测试中，采用高精度压力传感器监测刹车系统的压力波动，成功帮助研发团队优化了制动性能，提高了系统的稳定性和响应速度。

3.3 在机械设备和电子产品中的应用

在机械设备的运转过程中，压力的变化直接关系到设备的性能和安全性。因此，使用高精度压力传感器能够帮助工程师及时了解设备的工作状态，避免潜在的故障风险。在电子产品的测试中，高精度压力传感器用于评估产品在使用过程中的压力变化，如手机、电视等设备的压力监测，以确保其符合设计规范，避免产品质量问题。

4 高精度压力传感器在动态压力测试中的挑战

4.1 环境因素对传感器性能的影响

高精度压力传感器在动态压力测试中的应用往往涉及各种复杂且严苛的环境条件。环境因素，如温度、湿度、电磁干扰、振动等，都可能对传感器的性能产生显著影响。在极端环境下，例如高温、高压、强电磁干扰、湿气及机械振动等，传感器的稳定性和测量精度会受到不同程度的限制。这些环境因素可能引起传感器的漂移、误差或者故障，影响测试结果的准确性和可靠性。

首先，温度变化对传感器的影响尤为明显。高温环境可能会导致传感器材料膨胀或热漂移，影响其灵敏度和稳定性。低温环境则可能导致材料的收缩或传感器内部电气组件的性能变化，导致输出信号的误差。尤其在高温高压环境下，传感器的材料和电子元件可能面临热疲劳的风险，从而影响其长期的稳定性和工作寿命。

此外，湿度也是一个不可忽视的因素，过高的湿度会导致传感器表面发生腐蚀，或者影响其内部电气接触，降低传感器的精度和响应速度。在电磁干扰严重的环境中，尤其是在工业设备附近，高频信号的干扰可能会导致传感器数据的波动，甚至影响其正常工作。因此，在选择高精度压力传感器时，必须考虑环境对其性能的影响，并采取适当的措施来增强传感器对外部环境变化的适应能力，如使用抗干扰材料、加装屏蔽装置、进行温湿度补偿等手段。

综合来看，外部环境因素对高精度压力传感器的性能有着深远的影响。为了确保传感器在动态压力测试中的准确性和可靠性，需要对其工作环境进行充分的评估和优化设

计,以提高其环境适应性,确保长期稳定运行。

4.2 传感器长期使用的稳定性问题

高精度压力传感器在初期应用中通常能够展现出优异的性能,但随着使用时间的延长,传感器的性能可能逐渐下降,特别是在长期使用的过程中,材料的老化、磨损、污染等因素将导致其测量精度的降低。因此,传感器的长期稳定性问题是影响其广泛应用的一个关键因素。

传感器内部的材料在经过长期的工作循环后,可能会因热膨胀、湿气侵入、机械振动等原因导致其传感材料性能的下降。压力传感器的敏感元件,特别是应变片、压电材料等,其响应特性在长期使用中会发生变化,进而影响测量精度。与此同时,长期使用会导致传感器内部电气接触部件的磨损,影响信号传输质量和响应速度,甚至出现故障。电气组件的老化可能导致输出信号的漂移,使得测量结果不再准确,影响整个系统的性能。

为了保持传感器长期使用的稳定性,定期的校准和维护显得尤为重要。校准能够有效修正由于环境变化或使用时间久导致的系统误差,确保传感器在实际应用中的可靠性和准确性。在传感器设计阶段,也可以考虑增加抗老化材料,提升传感器的耐久性,并对高温、高压或高湿环境中的长期运行进行优化设计,延长其使用寿命。

5 高精度压力传感器的未来发展方向

随着科技的不断发展和人类对精度要求的不断提高,高精度压力传感器将在多个领域得到更广泛的应用,尤其是在动态压力测试中。未来的高精度压力传感器将朝着更小型化、智能化、集成化的方向发展。小型化和轻量化是高精度压力传感器发展的重要趋势,特别是在航空航天、汽车工业和便携式电子设备中,对传感器的体积和重量有着严格的要求。微型化的压力传感器将能够在狭小空间内进行高精度测量,从而拓宽其应用范围。

智能化方面,随着人工智能和大数据技术的普及,未来的高精度压力传感器将不仅仅限于数据的采集功能,还将具备智能分析、预测和诊断的能力。传感器将能够通过实时监测和自我诊断来判断设备的健康状况,提前预警潜在故障,减少设备故障的发生和停机时间。这种智能化的传感器

系统不仅能提高系统的响应速度,还能优化维护流程,提高设备的整体效能。

集成化技术将进一步推动传感器的多功能化发展,传感器将与数据采集、处理、传输等系统深度集成,形成一体化的智能系统。这种集成化的发展将极大提升传感器的工作效率,减少传感器与其他设备之间的复杂连接,提高数据传输的速度和准确性。例如,集成传感器和无线传输技术的组合将使得高精度压力传感器在动态压力测试中能够更灵活地部署在远程或难以接近的地方,进一步提升其适应性和应用领域。

6 结语

高精度压力传感器在动态压力测试中的应用已经得到了广泛的关注,并在多个领域展现出巨大的潜力和价值。随着工业化进程的加速以及对精确测量和高可靠性要求的提升,压力传感器的技术不断更新迭代。在航空航天、汽车工业、机械设备以及电子产品等领域,高精度压力传感器已成为确保设备性能评估、安全监测和故障诊断不可或缺的重要工具。本文通过对高精度压力传感器的工作原理、性能指标、应用领域以及面临的挑战进行了深入探讨,揭示了该技术在动态压力测试中的独特优势。

从技术角度来看,高精度压力传感器的进一步发展必然会依赖于微电子学、材料学以及智能化技术的持续进步。随着新型材料的应用、智能传感技术的创新以及集成化设计的推动,未来的高精度压力传感器将在复杂和极端环境下的应用性能方面取得更大的突破。它们将在航空航天、汽车碰撞测试、机械设备检测等领域中继续发挥重要作用。

参考文献

- [1] 薛振华,董延东,丁浩,等.薄膜压力传感器在铁路运输行业中的应用[J].科学技术创新,2024(23):1-4.
- [2] 赵雨健,孙萍,缪璐蔚,等.宽线性柔性压阻式压力传感器的研究进展[J/OL].复合材料学报,2024-12-10.
- [3] 杨纯龙.高精度压力监测系统误差补偿技术研究[J].实验室检测,2024,2(11):33-35.
- [4] 王曦,温鹏.强约束环境中高精度微型集成式压力传感芯片设计[J].传感器与微系统,2024,43(11):81-85.

Optimization Layout of Gas Detector of Carbon Monoxide Production Unit

Shuai Han

Zhongsha (Tianjin) Petrochemical Co., Ltd., Tianjin, 300270, China

Abstract

Carbon monoxide production unit mainly adopts oxidation process of carbon monoxide, with natural gas and oxygen as raw material, partial oxidation reaction occurs in the reactor syngas rich in carbon monoxide, high temperature and high pressure syngas after cooling to decarbonization system, the carbon monoxide production unit tower, tank pressure vessel and pipe are flammable and flammable methane and flammable and explosive, toxic and harmful carbon monoxide toxic gases. If the fruit equipment and pipeline leakage, it is easy to form an explosive dangerous environment, fire and explosion accidents. In order to detect the leaking material in the first time, the combustible gas detector and the toxic gas detector should be installed in the production unit site. Optimize the layout according to the detection scope of the gas detector and the actual situation on the site, so as to improve the detection effect of the detector and reduce the input, operation and maintenance cost of the detector.

Keywords

combustible gas; toxic gas; gas detector

浅谈一氧化碳生产单元气体检测仪优化布局

韩帅

中沙(天津)石化有限公司, 中国·天津 300270

摘要

一氧化碳生产单元主要采用氧化工艺生产一氧化碳,以天然气和氧气为原料,在反应器中发生部分氧化反应生成富含一氧化碳的合成气,高温高压的合成气经过急冷降温送至脱碳系统,整个一氧化碳生产单元的塔、罐等压力容器内及管道内都具有易燃易爆的甲烷等可燃气体及易燃易爆、有毒有害的一氧化碳有毒气体。如果设备、管线发生泄漏,极易形成爆炸性危险环境,发生火灾爆炸事故。为了在第一时间检测到泄漏的物料,需在生产单元现场设置可燃气体检测仪和有毒气体检测仪。根据气体检测仪的检测范围及现场实际情况进行优化布局,以便提高检测仪的检测效果及降低检测仪的投入、运维成本。

关键词

可燃气体;有毒气体;气体检测仪

1 研究背景

近年来,危险化学品企业火灾爆炸事故频发。例如,辽宁盘锦浩业化工“1.15”重大爆炸着火事故、内蒙古鄂尔多斯亿鼎生态农业开发有限公司“9.7”重大高压气体泄漏事故、山东聊城鲁西化工“5.1”爆炸着火事故。这些事故都对企业的人员、当地经济、社会、环境造成严重的影响。这些火灾爆炸事故大多是由物料泄漏引起的,物料泄漏最有效的监测手段就是设置物料泄漏检测报警装置,报警装置设置合理就能第一时间检测到泄漏的物料进行预警,进而为应急处置赢得宝贵的时间。论文分析一氧化碳生产单元可燃气体、有毒气体的检测仪布局情况,从而提出优化的构思,进

而提升检测效率。

2 一氧化碳生产单元气体检测仪安装情况

2.1 生产工艺介绍

中沙(天津)石化有限公司有两条一氧化碳生产线,每条线就是一个生产单元。一氧化碳生产工艺采用GE公司的生产技术,利用高温高压的天然气和氧气(纯氧)发生部分氧化反应,生产富含一氧化碳的合成气(一氧化碳、氢气、甲烷、二氧化碳、氮气),高温高压的合成气经过冷却后送至脱硝系统脱除二氧化碳,然后再经过干燥后送至深冷系统(冷箱)进行深冷分离脱除氢气、甲烷、氮气,经深冷分离后纯度达到99.9%以上的一氧化碳再经加压送至后系统。在部分氧化反应之前会对原料天然气进行加氢脱硫处理,有可能会产生少量的硫化氢。

【作者简介】韩帅(1989-),男,中国山东人,硕士,工程师,从事石油化工相关工作。

2.2 一氧化碳生产单元安装气体检测仪的必要性

整个一氧化碳生产单元的塔、罐、管线内有天然气、氢气、甲烷、一氧化碳等易燃易爆气体，整个一氧化碳生产单元属于爆炸性危险区域。同时，一氧化碳、硫化氢还是高毒气体，如果发生泄漏，极易引发人员中毒、火灾爆炸事故。为了快速检测泄漏的可燃气体及有毒气体，避免发生人员中毒及火灾爆炸事故，装置现场需合理安装可燃气体和有毒气体检测仪。

2.3 一氧化碳生产单元气体检测仪分类及现场安装情况

一氧化碳生产单元现场设置有可燃气体检测仪和有毒气体检测仪，可燃气体检测仪用于检测泄漏的天然气、氢气、甲烷；有毒气体检测仪有一氧化碳检测仪和硫化氢检测仪，用于检测泄漏的一氧化碳和硫化氢。GB50493—2009 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》的规

定，释放源处于露天或敞开式厂房布置的设备区域内，当检测点位于释放源的全年最小频率风向的上风侧时，可燃气体检测点与释放源的距离不宜大于 15m，有毒气体检测点与释放源的距离不宜大于 2m；当检测点位于释放源的全年最小频率风向的下风侧时，可燃气体检测点与释放源的距离不宜大于 5m，有毒气体检测点与释放源的距离不宜大于 1m^[1]。在一氧化碳生产单元的一氧化碳压缩机、循环气压缩机、氢气压缩机、氮气压缩机等气体压缩机和液体泵的动密封处、液体和气体采样口、液体排液口、经常拆卸的法兰和经常操作的阀门组处设置了气体检测仪。每个一氧化碳生产单元设置 52 个可燃气体检测仪，75 个一氧化碳检测仪、2 个硫化氢检测仪，两条一氧化碳生产线共计设置 104 个可燃气体检测仪、150 个一氧化碳检测仪、4 个硫化氢检测仪。单个一氧化碳生产单元部分气体检测仪分布如图 1 所示。

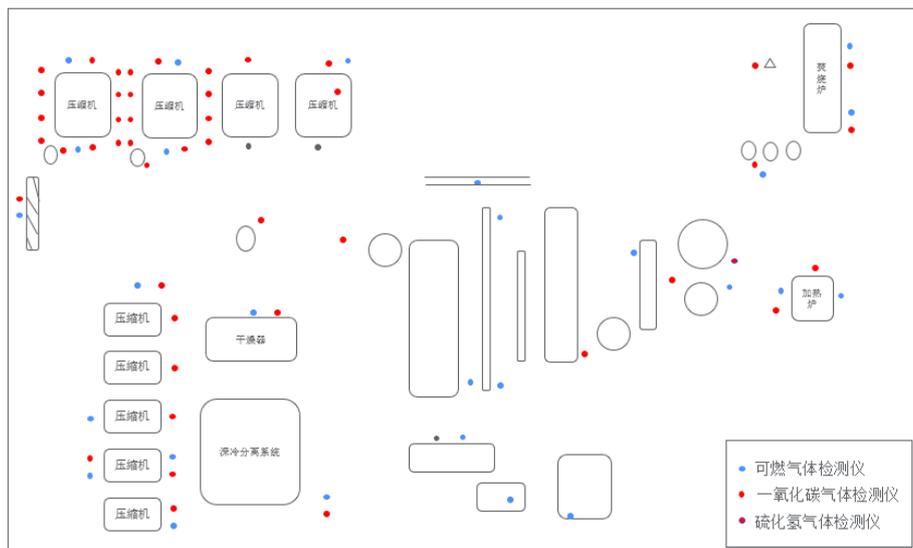


图 1 一氧化碳生产单元部分可燃气体和有毒气体检测仪分布位置

3 一氧化碳生产单元气体检测仪优化布局分析

3.1 深冷系统气体检测仪优化布局调整

2019 年 9 月 25 日由中华人民共和国住房和城乡建设部和国家市场监督管理总局联合发布的 GB/T50493—2019《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》于 2020 年 1 月 1 日正式实施。新标准对检测仪距释放源的位置进行了更新，取消了检测仪距释放源上风向和下风向的限定，统一设定为：释放源处于露天或敞开式厂房布置的设备区域内，可燃气体检测仪距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 10m，有毒气体检测仪距其所覆盖范围内的任一释放源的水平距离不宜大于 4m^[2]。可燃气体检测仪的覆盖范围由 15m 缩短至 10m，有毒气体检测仪的覆盖范围由 2m 扩大至 4m。标准更新后对现场的气体检测仪的覆盖距离进行识别，发现深冷系统压缩机区域的部分可燃气体和有毒气体检测仪距释放源的距离不合适，遂立即对该区域的部分可燃

气体和有毒气体检测仪的位置进行调整，将深冷系统压缩机东侧的可燃气体检测仪和一氧化碳气体检测仪移至压缩机中间位置。经过调整深冷系统压缩机处的可燃气体检测仪和有毒气体检测仪均满足规范要求。

3.2 一氧化碳产品压缩机气体检测仪优化布局分析

一氧化碳压缩机四周共计安装 22 个一氧化碳气体检测仪，每个检测仪的覆盖范围为 2m，根据新执行的国标要求，有毒气体检测仪距释放源距离不宜大于 4m，现场气体检测仪的实际检测范围严于国家标准，这在一定程度上保证了检测效果，但同时也会增加投资、运行维护的成本。若在保证检测效果的前提下将检测仪的安装位置优化至符合国家标准要求的覆盖范围，这样可以适当降低投资、运行维护的成本。为了保证检测仪的检测效果，气体发生泄漏时需至少两个检测仪检测到数值，此处考虑冗余。鉴于一氧化碳压缩机周围管线的布置情况，若贸然减少有毒气体检测仪的数量，

有可能出现一氧化碳气体泄漏不能被及时检测到的情况,为了避免出现这检测不到的情况,特利用气体泄漏模拟软件对该区域进行气体检测效果模拟验证。故本章节利用基于CFD(Computational Fluid Dynamics)计算流体动力学技术的FLACS(Flame accelerate simulator)模拟爆燃软件^[1]建立一氧化碳生产单元气体泄漏三维模型,对该生产区域进行网格划分,构建泄漏场景,模拟指定区域的气体检测仪对泄漏物料的检测效果。

3.3 一氧化碳压缩机气体检测仪优化布局验证

据一氧化碳生产单元设备位置及区域大小,同时考虑风向及风速对泄漏气体在一定距离上会形成泄漏气云的影响,利用FLACS软件对一氧化碳生产单元区域进行三维建模。

一氧化碳生产单元区域常年风向为东向,次常风向为

南向,强风向为东向,冬季主导风向NNW,夏季主导风向为ESE。基本风压550Pa,最大风速24.3m/s,定时平均风速4.1m/s。对一氧化碳生产单元的一氧化碳气体检测仪进行数字编号1至75,去掉一氧化碳产品压缩机周围编号为2、3、6、8、9、11、14、15共计8个一氧化碳检测仪。根据一氧化碳产品压缩机周围一氧化碳气体检测仪的优化后的位置及安装高度,在三维模型图中添加检测点。利用FLACS软件输入该区域的风力气候条件、平均风速,模拟一氧化碳产品压缩机出现管线泄漏后在不同风向下的泄漏气体的检测结果,本次模拟孔泄露,泄漏源为单点泄漏。图2为FLACS软件模拟主导NNW风向下一氧化碳气体检测仪的检测曲线图,图3为FLACS软件模拟主导ESE风向下一氧化碳单元一氧化碳气体检测仪检测结果。

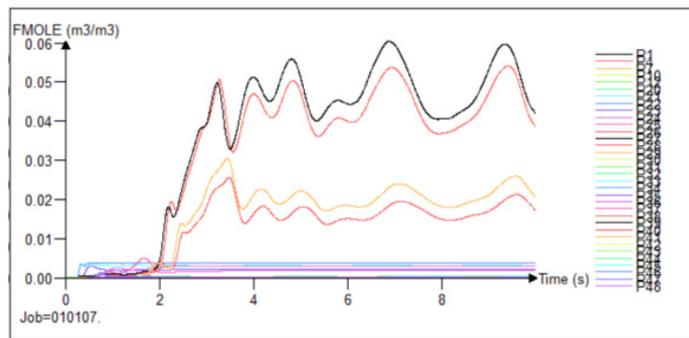


图2 NNW风向下一氧化碳单元一氧化碳气体检测仪检测结果

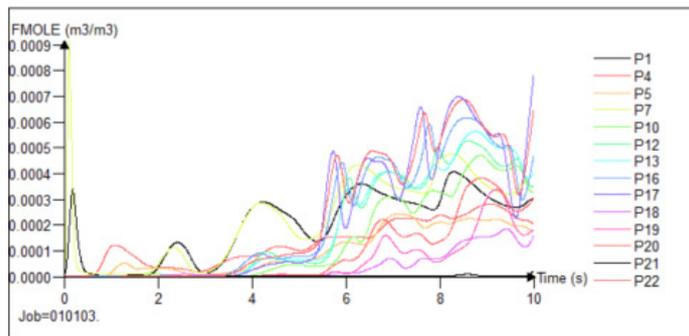


图3 ESE风向下一氧化碳单元一氧化碳气体检测仪检测结果

由图2、图3可知,当一氧化碳产品压缩机管线发生气体泄漏时,周围有多个气体检测仪能在第一时间检测到数值,且检测时间最短在1秒以内,检测效果达到预期。此次建模还可以模拟气体泄漏形成的扩散气云,模拟气体泄漏的扩散走向,为气体检测仪的优化布局提供理论依据。

4 结语

论文通过识别GB/T50493—2019的规范要求,重新优化布置了一氧化碳生产单元深冷系统的可燃气体和有毒气体检测仪,同时对一氧化碳压缩机周围检测仪的优化进行了模拟验证,证明优化结果可行。此次模拟验证虽只是理论验证并未实施,但使用FLACS模拟软件进行气体泄漏扩散

气云模拟、检测点检测有效性模拟的方法,可以为新建企业的可燃气体和有毒气体检测仪合理布局提供理论依据,从而提高检测仪的检测效果,提高可燃气体和有毒气体泄漏的防控水平,进而保证企业的安全。同时,合理布局也能节省企业的投资、运行维护成本,降低企业负担。

参考文献

- [1] GB50493—2009 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [2] GB/T50493—2019 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警仪设计标准[S].北京:中国标准出版社,2019.
- [3] 王玉秀.天然气生产碳氢处理工艺可燃气体探测器优化布置研究[D].中国石油大学(华东),2017.

Research on the Application of Terahertz Detection Technology in the Detection of Pesticide Residues

Jiahui Liu Liping Li

Shandong Vocational College of Economics and Trade, Weifang, Shandong, 261000, China

Abstract

With the rapid development of social economy and people's increasing attention to food safety, pesticide residues have become a key factor affecting the quality and food safety of agricultural products. Traditional pesticide residue detection methods have problems such as long detection cycle, complex operation and limited sensitivity, which are difficult to meet the needs of modern society for rapid detection of food safety. As an emerging non-destructive detection method, terahertz detection technology has gradually become a research hotspot in the field of pesticide residue detection due to its unique advantages and wide application prospects. In this paper, the basic principles and characteristics of terahertz detection technology and its application in the detection of pesticide residues are elaborated in detail, and its future development trend is prospected.

Keywords

terahertz detection technology; pesticide residues; non-destructive testing; high resolution; food safety

太赫兹检测技术在农药残留检测中的应用研究

刘嘉辉 李利萍

山东经贸职业学院, 中国·山东 潍坊 261000

摘要

随着社会经济的快速发展以及人们对食品安全问题的日益重视, 农药残留已成为影响农产品质量和食品安全的关键因素。传统的农药残留检测方法存在检测周期长、操作复杂且灵敏度有限等问题, 难以满足现代社会对食品安全快速检测的需求。太赫兹检测技术作为一种新兴的非破坏性检测手段, 凭借其独特的优势和广泛的应用前景, 逐渐成为农药残留检测领域的研究热点。详细阐述了太赫兹检测技术的基本原理、特点及其在农药残留检测中的应用研究进展, 并对其未来发展趋势进行了展望。

关键词

太赫兹检测技术; 农药残留; 非破坏性检测; 高分辨率; 食品安全

1 引言

在当今日益增长的食品安全问题中, 农药残留问题显得尤为突出。农药在农业生产中的广泛使用, 有效地防治了病虫害, 显著提升了农作物产量, 为人们提供了丰富的食物来源。然而, 农药的不当使用, 比如过量施用、不规范使用或残留时间过长等, 均会导致农产品中残留农药, 这些残留农药若被人摄入, 将对人体健康构成严重威胁。农药残留问题不仅影响消费者的身体健康, 还会损害农业产业的声誉, 降低消费者对农产品的信任度, 从而影响农业产业的可持续发展。食品安全问题一直是公众关注的热点, 农药残留作为食品安全的重要组成部分, 其检测技术的研究与应用具有重要的现实意义。传统的农药残留检测方法主要包括气相色谱法、高效液相色谱法、质谱法等, 这些方法虽然灵敏度高、

准确性高, 但通常需要复杂的样品前处理、较长的检测时间和昂贵的仪器设备, 限制了其在现场快速检测中的应用。因此, 开发高效、灵敏、快速且成本较低的农药残留检测技术, 对于保障食品安全、提高农业生产效率具有重要意义。太赫兹技术 (Terahertz Technology) 作为一种新兴的电磁波检测技术, 近年来在食品安全领域得到了广泛关注。因此, 本文将对太赫兹技术在农药残留检测中的应用进行深入探讨, 包括其原理、特点、应用现状、挑战与对策以及未来发展趋势^[1]。

2 太赫兹技术概述

太赫兹技术是一种基于太赫兹波的检测技术, 其频率范围位于 0.1~10THz 之间, 介于微波和红外光之间。太赫兹波具有独特的物理特性, 主要表现为以下几个方面。

2.1 穿透性

太赫兹波具有较好的穿透性, 能够穿透许多非金属材料, 如塑料、纸张、布料等。这使得太赫兹技术在检测包装食品、农产品等含有非金属材料的样品中具有显著优势。

【作者简介】刘嘉辉 (2005-), 男, 中国山东潍坊人, 从事太赫兹石墨烯融合技术在农残检测中的创新应用研究。

2.2 瞬态性

太赫兹波的脉冲宽度非常短，通常在皮秒至飞秒量级，这使得太赫兹技术具有极高的时间分辨率，能够捕捉到样品中快速变化的物理和化学过程。

2.3 宽带性

太赫兹波的带宽非常宽，能够覆盖多个频率段，这使得太赫兹技术能够获取样品丰富的光谱信息，从而提高检测的准确性和灵敏度。

2.4 相干性

太赫兹波具有相干性，能够产生干涉和衍射现象，这使得太赫兹技术能够进行高精度的成像和定量分析。

2.5 低能性

太赫兹波的能量非常低，不会对生物分子等产生电离或激发作用，因此太赫兹技术是一种安全的检测技术。

由于太赫兹波具有上述独特的物理特性，使得太赫兹技术在多个领域具有广泛的应用潜力，如生物医学、材料科学、环境监测、食品安全等。

3 太赫兹技术在农药残留检测中的原理

农药残留检测通常依赖于物质对电磁波的吸收、散射和反射等特性。太赫兹波作为一种特殊的电磁波，其频率与许多生物大分子的振动和转动频率相匹配，因此能够与农药分子产生强烈的相互作用。

当太赫兹波照射到含有农药残留的样品时，农药分子会吸收部分太赫兹波能量并发生振动或转动，从而导致太赫兹波的吸收或散射特性发生变化。通过测量这些变化，可以获取农药残留的信息，实现农药残留的定量和定性检测。具体来说，太赫兹波与农药分子相互作用的过程可以表示为以下几个方面。

3.1 吸收

农药分子中的极性基团（如羟基、羧基等）能够吸收太赫兹波能量，从而发生振动或转动。通过测量太赫兹波的吸收特性，可以获取农药分子的振动和转动信息，进而确定农药的种类和浓度。

3.2 散射

农药分子在太赫兹波的作用下会发生散射现象，散射波的频率、强度和方向等特性与农药分子的形态、尺寸和分布等性质密切相关。通过测量太赫兹波的散射特性，可以获取农药分子的形态和分布信息。

3.3 反射

当太赫兹波照射到含有农药残留的样品表面时，会发生反射现象。反射波的强度和相位等特性与样品的组成和结构等性质密切相关。通过测量太赫兹波的反射特性，可以获取样品的表面信息和内部结构信息。

4 太赫兹技术在农药残留检测中的特点

4.1 无损检测

太赫兹技术是一种无损检测技术，无需对样品进行破坏性处理，即可获取样品内部的详细信息。这有助于保持样

品的完整性和原始性，减少检测过程中的误差和损耗。

4.2 高灵敏度

太赫兹技术具有高灵敏度，能够检测到极低浓度的农药残留。这对于保障食品安全具有重要意义，因为即使是微量的农药残留也可能对人体健康造成危害。

4.3 快速检测

太赫兹技术具有快速检测的特点，能够在短时间内获取大量的检测数据。这有助于提高检测效率，缩短检测周期，满足现代农业对快速检测的需求。

4.4 非接触检测

太赫兹技术是一种非接触检测技术，无需与样品直接接触即可进行检测。这有助于避免交叉污染和损坏样品，提高检测的准确性和可靠性。

5 太赫兹技术在农药残留检测中的应用现状

5.1 THz 时域光谱技术

THz 时域光谱技术（THz-TDS）是太赫兹技术在农药残留检测中的主要应用之一。该技术利用光电取样探测技术直接测量 THz 电场完整的幅度和相位信息，从而获得样品的吸收系数和折射率。

THz-TDS 系统具有样品制备简单、无需复杂前处理过程、检测速度快等优点。此外，THz 波能量低，对生物分子等来说是一种安全的射线，因此 THz-TDS 技术在农药残留检测中具有广泛的应用前景。

近年来，许多研究者利用 THz-TDS 技术对多种农药残留进行了检测。例如，某研究团队利用 THz-TDS 技术成功检测出了番茄中的多菌灵残留，检测限低至 0.05mg/kg，远低于国家规定的限量标准。此外，THz-TDS 技术还被用于检测茶叶、果蔬等农产品中的农药残留。

5.2 太赫兹成像技术

太赫兹成像技术是一种基于太赫兹波的成像技术，能够获取样品内部的二维或三维结构信息。该技术在农药残留检测中具有重要应用价值，可以直观地展示农药残留在样品中的分布情况。目前，太赫兹成像技术在农药残留检测中的应用主要集中在以下几个方面：

①观察农药残留的形态和分布：通过太赫兹成像技术，可以直观地观察到农药残留在样品中的形态和分布，有助于深入分析农药残留的来源和迁移规律。②分析农药残留与样品内部结构的关系：太赫兹成像技术可以同时获取样品的内部结构信息和农药残留信息，从而分析农药残留与样品内部结构的关系，为农药残留的检测和治理提供有力支持。③实现农药残留的定量检测：结合光谱技术，太赫兹成像技术可以实现农药残留的定量检测，提高检测的准确性和可靠性。

5.3 太赫兹指纹图谱技术

每种物质都有其独特的太赫兹吸收光谱特征，类似于人类的指纹，因此被称为“指纹图谱”。太赫兹指纹图谱技术在农药残留检测中具有重要应用价值，可以通过对比样品的太赫兹吸收光谱与已知农药的指纹图谱来实现农药残留的定性识别。

此外,太赫兹指纹图谱技术还可以用于农药残留的定量检测。通过建立农药残留浓度与太赫兹吸收光谱强度之间的线性关系,可以实现农药残留的定量测定。

6 太赫兹技术在农药残留检测中的挑战与对策

尽管太赫兹技术在农药残留检测中取得了显著进展,但仍面临一些挑战:①技术成熟度:虽然太赫兹技术在实验室阶段取得了较好的检测效果,但在实际应用中仍需进一步提高检测的稳定性和可靠性。②数据处理:太赫兹光谱数据通常较为复杂,需要建立有效的数据处理和分析方法来提取有用信息。③成本问题:目前太赫兹检测设备的成本相对较高,限制了其在实际应用中的普及。

针对这些挑战,可以采取以下对策:①加强技术研发:不断提升太赫兹检测技术的稳定性和可靠性,推动其从实验室走向实际应用。②优化数据处理方法:利用机器学习和人工智能等技术手段提高数据处理效率和准确性。③降低设备成本:通过技术创新和生产优化等手段降低太赫兹检测设备的成本,提高其市场竞争力。

7 太赫兹技术在农药残留检测中的未来发展趋势

7.1 智能化检测

结合人工智能和大数据等技术手段,实现太赫兹检测技术的智能化升级。通过建立农药残留数据库和智能识别模型,可以实现农药残留的自动识别和分类,提高检测效率和准确性。

7.2 多技术融合

将太赫兹技术与其他检测技术相结合,如光谱技术、成像技术和色谱技术等,形成互补优势,提高检测的全面性和准确性。

7.3 便携式设备研发

针对农业生产现场的实际需求,研发便携式太赫兹检测设备。这类设备具有体积小、重量轻、便于携带等特点,有助于实现农药残留的现场快速检测。

7.4 国际合作与交流

加强国际合作与交流,共同推动太赫兹技术在农药残留检测领域的发展,为全球食品安全贡献力量。

8 国际研究进展与对比

在全球范围内,太赫兹技术在农药残留检测领域的研究正呈现出蓬勃发展的态势。美国、欧洲和日本等国家和地区在该领域的研究和应用方面已经取得了一定的领先地位。

美国在太赫兹技术的研究和应用方面具有显著优势。美国的科研机构和企业投入了大量资源进行太赫兹技术的研发和应用,取得了一系列重要成果。例如,美国某研究团队利用太赫兹技术成功检测出了苹果中的多种农药残留,检测限低至 0.01mg/kg,远低于国际标准。

欧洲在太赫兹技术的研究和应用方面也取得了显著进展。欧洲的科研机构和企业通过跨学科合作,推动了太赫兹技术在农药残留检测领域的发展。例如,欧洲某研究团队利

用太赫兹成像技术成功检测出了番茄中的农药残留,并实现了农药残留的三维可视化。

日本在太赫兹技术的研究和应用方面也具有较强的实力。日本的科研机构和企业注重太赫兹技术的实用化和产业化,取得了一系列重要成果。例如,日本某企业研发了便携式太赫兹检测设备,实现了农药残留的现场快速检测。

中国在太赫兹技术的研究和应用方面也取得了显著进展。中国的科研机构和企业通过加大研发投入、加强国际合作等措施,推动了太赫兹技术在农药残留检测领域的发展。例如,中国某研究团队利用太赫兹技术成功检测出了茶叶中的多种农药残留,检测限低至 0.02 mg/kg,达到了国际先进水平^[1]。

9 案例分析

9.1 番茄多菌灵残留检测

某研究团队利用 THz-TDS 技术对番茄中的多菌灵残留进行了检测。他们首先对番茄样品进行了简单的处理,然后将其置于 THz-TDS 系统中进行光谱采集。通过分析样品的太赫兹吸收光谱,成功检测出了多菌灵残留,并且检测限低至 0.05mg/kg,远低于国家规定的限量标准。

9.2 茶叶中多种农药残留检测

另一研究团队利用太赫兹指纹图谱技术对茶叶中的多种农药残留进行了同时检测。他们收集了多种农药的太赫兹指纹图谱,并建立了相应的数据库。在检测过程中,只需将茶叶样品的太赫兹吸收光谱与数据库中的指纹图谱进行对比,即可实现多种农药残留的快速识别和定量测定^[1]。

10 结论

太赫兹技术在农药残留检测中具有广泛的应用前景和巨大的发展潜力。其无损、高灵敏度、快速和非接触检测等特点使得该技术在保障食品安全方面具有重要意义。展望未来,随着技术的不断进步和应用需求的不断增长,太赫兹技术在农药残留检测中将呈现出以下发展趋势:①智能化检测:结合人工智能和大数据等技术手段,实现太赫兹检测技术的智能化升级,提高检测效率和准确性。②多技术融合:将太赫兹技术与其他检测技术相结合,形成互补优势,提高检测的全面性和准确性。③便携式设备研发:针对农业生产现场的实际需求,研发便携式太赫兹检测设备,实现农药残留的现场快速检测。总之,太赫兹技术作为一种新兴的检测技术,在农药残留检测中具有广阔的应用前景。相信随着技术的不断发展和完善,太赫兹技术将在保障食品安全方面发挥越来越重要的作用。

参考文献

- [1] 卢雪晶,葛宏义,蒋玉英,等.太赫兹技术在农产品检测中的应用研究进展[J].光谱学与光谱分析,2022,42(11):3330-3335.
- [2] 马卿效,李春,李天莹,等.太赫兹光谱技术在农药检测领域的研究进展[J].激光与光电子学进展,2020,57(13):9.
- [3] 李雷.基于太赫兹光谱技术的液体农药检测[J].食品安全导刊,2021(12):2.

Exploration of the Application of Intelligent Measurement and Inspection Technology in Modern Product Quality Inspection

Wuquan Meng

Dalian Institute of Metrology, Inspection and Testing Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116032, China

Abstract

With the continuous development and progress of science and technology and information, people's requirements and expectations for modern product quality measurement and inspection technology are getting higher and higher, while traditional measurement and inspection technology is difficult to meet its requirements, intelligent measurement and inspection technology came into being. This paper mainly analyzes the principle and advantages of intelligent measurement and inspection technology, and explores the specific aspects and convenience of the application of this technology in agricultural product quality measurement and inspection technology. Intelligent measurement and inspection technology is widely applied in modern product quality measurement technology inspection. This paper aims to better solve the problem of measurement and inspection technology in modern agricultural product quality inspection, improve the accuracy of measurement and inspection, improve the quality and production efficiency of agricultural products, protect the rights and interests of consumers, and improve people's satisfaction with products.

Keywords

agricultural products; quality and safety; intelligent measurement and inspection technology

智能计量检验技术在现代产品质量检验中的应用探索

孟武权

大连计量检验检测研究院有限公司, 中国·辽宁 大连 116032

摘要

随着科技和信息的不断发展和进步,人们对现代产品质量的计量检验技术要求和期待越来越高,而传统计量检验技术却难以满足其要求,智能计量检验技术应运而生。论文主要通过分析智能计量检验技术的原理和优势,探索出该技术在农产品质量计量检验技术中应用的具体方面和带来的便利。智能计量检验技术在现代产品质量计量技术检验中的应用领域十分广泛,本文旨在更好地解决现代农产品质量检验时计量检验技术的问题,提高计量检验的精准度,提升农产品的质量与生产效率,保障消费者的权益,提高人们对产品的满意度。

关键词

农产品; 质量安全; 智能计量检验技术

1 概述

1.1 研究背景与意义

随着科技和信息的不断发展和进步,人们对现代产品质量的计量检验技术的要求和期待越来越高,而传统质量的计量检验技术却难以满足其要求。传统的产品质量计量检验技术主要包括直接检验法、间接检验法和比对试验法等,这些传统的计量检验技术几乎都有着人工成本高、测量结果不够准确、应用范围具有局限性等的缺点,智能计量检验技术应运而生。智能计量检验技术通过对智能计量器具的检定或

校准,将国家基准(标准)所复现的计量单位量值,通过计量标准逐级传递到工作计量器具,以保证对被测对象所得量值的准确一致。智能计量检验技术在现代产品质量计量检验中应用的意义主要由以下几个方面体现:提高计量检验结果的精准度、提高产品质量和效率、保障生产安全、优化企业管理和经济效益、推动产业升级和转型、促进能源管理和节能减排等。随着时代的发展,生产力的发展需要与信息科技接轨,发生一定的变革,计量检验技术的智能化也是国家发展的需求之一。

1.2 研究目的

论文主要为探索智能计量检验技术在现代农产品的质量计量检验技术方面的实际应用,结合近些年研发出的新智能计量检验技术来应对不同农产品质量计量检验技术的需

【作者简介】孟武权(1990-),男,中国河南郸城人,本科,助理工程师,从事计量研究。

要,通过不同的检验技术、不同的技术组合,在农产品质量检验中探索出更优的方案。智能计量检验技术在农产品质量检验中可以确保农产品的质量、提高农产品生产的效率、减少制造和检验的成本,并促进检验技术的创新等,旨在提高农产品的相关质量品质,增强人们对产品的满意度。

2 智能计量检验技术概述

2.1 技术原理

智能计量检验技术是利用智能化、数字化、自动化等现代计量检验技术与现代信息科技,相互深度融合而成地对各种物理量、化学量以及其他相关参数进行准确、可靠的现代检验服务技术。其原理主要是基于电子技术、通信技术和计算机技术^[1]。智能计量检验技术通过先进的传感器实时采集样本的各项技术参数,如品类、颜色,尺寸等,并将这些数据转化为数字信号。然后,通过通信网络(如Wi-Fi、Zigbee、LoRa等)将这些数据传输到数据管理平台。数据管理平台对收集到的数据进行存储、分析和可视化处理,最终生成可视化的报告和建议,供用户查看和使用。智能计量检验技术可以更好地提升现代产品质量检验的准确性、快速性和可靠性,是现代产品质量计量检验体系中的关键要素。

2.2 智能计量检验技术的优势

第一,该技术利用现代信息技术与现代计量技术的互相融合,对各种物理量、化学量以及其他相关参数进行准确、可靠的现代检验服务,能够轻松地做到测量精确化,提供更加精准的计量检验结果,迅速达到分析数据和管理优化机器的目的;第二,能够实时地监测相关能源的使用情况,帮助用户通过反映出的数据情况来发现是否存在不知情的能源浪费,以及统计一段时间内的能源使用总量,可以及时调整能源使用的策略,从而提高能源的使用效率;第三,对于供应能源的商家而言,智能计量检验系统可以开始自动化检验流程并处理大量检验出的数据,可以显著提高产品的质检效率,减少相关的人力投入、时间成本和误判率等。

3 智能计量检验技术在农产品中的应用

农产品,是指从农业生产领域中直接获得的产品,来源于种植业、林业、畜牧业和渔业等的初级产品,就是在农业活动中获得的微生物、动物、植物及其产生的相关产品,例如苹果、花生、大豆、高粱、牛羊、菌类等。农产品智能计量检验技术是利用现代信息技术,如物联网、大数据、人工智能等,对农业生产过程中的各种数据进行实时采集、分析和处理的技术。这些技术能够帮助农民和农业管理者更准确地掌握农产品的生长状况、病虫害情况以及环境变化,从而实现农产品质量检测过程中计量的精准控制,具体应用方面如下。

3.1 环境监测

通过部署智能传感器的方法,可以做到实时监测农产品生长环境的环境参数。智能传感器是一种具有信息处理功

能的传感器,一般都由敏感元件、信号调理电路和控制器(或处理器)组成,智能传感器的工作原理是通过敏感元件和转换元件将被监测的信号转换为可用信号并输出,可以做到对监测信息的相关记录、图表显示、互相传输、集中处理和控制在最适宜的环境中生长。

3.2 物理参数计量

可以采用图像识别技术配合电子秤和压力传感器等进行计量确定。农产品的物理参数主要是指重量、外观大小、容重、形状、颜色和硬度等,其中也包含了某些感反应反映,色泽、新鲜度和成熟度等。农产品在成熟、采收、运输和贮藏期间的物理特性都会产生一定的变化,这些变化反映了其组织内部发生了一系列复杂的化学和物理变化。因此,对产品物理参数的计量是后续对其进行化学测定的重要基础。通过电子秤与压力传感器,可以将产品的物理参数通过专业的计量与建评定模型模型进行对比分析和筛选,确定该产品是否达标,以提高农产品给人的第一印象和可观性,同时对于物理参数不达标的农产品进行下一步的化学检验,查找导致产品物理参数不达标的内部原因,可以根据收集的内部原因进行产品生长环境等的改善,消除除让产品不达标的因素。

3.3 营养成分检验

农产品营养成分检验主要由农产品营养成分检验仪来完成,针对不同的农产品设定了不同系列的计量标准检验项目,而该仪器是凭借其近红外光谱分析技术来对农产品中的营养成分含量进行检验。近红外光谱分析技术是通过近红外光线照射样品,产生光谱,进而快速分析样品中不同成分的种类及含量。近红外光谱区与有机分子中含氢基团(如O-H、N-H、C-H)振动的合频和各级倍频的吸收区一致,因此通过检验农产品在近红外光谱下的吸收情况,可以推断其内部成分的含量,如蛋白质、淀粉、脂肪、水分等^[2]。该技术实现了对农产品营养成分的快速而准确的数据计量结果,不仅提高了农产品生产效率,也保障了基本的食品安全与品质。同时,计量标准检验项目与可选配扩展项目的结合,使得仪器能够广泛应用于各类农产品的质量控制与营养分析。

3.4 残留物含量计量

在实际生产与监管过程中,农产品中的残留物会被允许存在微量的符合标准的数值,检验并计量出农产品中是否存在超标的农药、化肥、重金属等有害物质残留的智能技术有很多。第一种是用于检验是否存在残留物的方法:生物传感器法,这种方法检验残留物的原理主要是基于抑制率法,利用酶与农药中特殊物质之间的特异性反应,通过测量酶活性的是否发生变化来检验是否含有农药残留物^[3]。具体来说,当残留物存在时,它就会抑制酶的活性,这种抑制作用我们

可以通过电化学、光学或热学等方法进行计量数据反映出来,从而判断出农药残留物的含量。第二种是计量残留物含量的方法:气相色谱检验技术,这种方法可以在氦气、氢气、氮气气体存在的环境中,通过液相层析的方法将物质中的混合物进行分离,将其变成独立的化合物。采用气相色谱检验技术检验农产品的质量,主要是利用气相色谱仪对农药残留物中的有机氯、氮、磷、硫的浓度进行检验,可以根据不同农产品的吸收性能不同,对每个检验的农产品的离子讯号进行数值计量,便可以得知该农产品中是否含有超标的残留物,并对检验到的数据进行实时收集整理,保证测试工作的顺利进行。第三种也是计量残留物含量的方法:液相色谱检验技术,这种方法是利用不同物质在固定相和流动相中的分配系数不同,当这些物质随流动相经过固定相时,就会与固定相发生作用^[4]。由于不同物质作用力的强弱各不一样,所以它们在固定相之中停留的时间也会长短不一,从而可以做到分离各种混合物,主要用于农产品中残留物和添加剂这种有害物质的计量。液相色谱法可以精准并且快速地测定农产品中有害物质的残留量,保障产品在残留物层面符合相关规定和要求。

3.5 病虫害监测

通过计量声音的分贝大小和图像识别技术可以对农产品是否存在病虫害进行监测,对农产品中是否存在害虫产生的特殊声音、对出现的声音进行分析和识别,可以及时发现和预防潜在的病虫害,收集农田中的图像、声音等数据,并对其进行分析和处理,可以做到准确鉴别出病虫害的类型和严重程度。还可以采用遥感技术监测法,通过遥感影像的采集和分析,可以精确测定不同农田的病虫害分布、程度和发展趋势等信息。遥感技术监测法无需直接接触农作物,能够较快地提供大范围的监测结果,具有广泛应用价值。农产品的病虫害监测是农业生产中的重要环节,不同的监测方法可以相互结合起到更好地监测作用,提高农产品病虫害监测的速度和准确性,可以避免农产品因为病虫害导致产品不合格,保障从业人员的劳动成果。

3.6 品种检验

传统的农产品品种鉴定方式需要通过人工分析植物的形态特征,大小尺寸,颜色指标等来进行,这种方式不够准确,而且也比较耗时和复杂。而利用新型生物识别技术,如DNA序列鉴定的方法,可以通过测定农作物的DNA序列来进行快速、准确的品种鉴定,确定出所检验的农产品中植物或动物的产地来源,甚至可以追溯到其原产地的具体地理位置。这种方式不仅能够大大降低农产品品种鉴定的时间成本和人工成本,而且还可以避免因为鉴定不准确而造成的种植不当和投入的浪费;同时,这对于防止假冒伪劣产品的出现、

打击假冒伪劣行为、保障消费者的购买知情权也至关重要;另外,通过在农产品生产、加工和运输等各个环节中使用智能标签和二维码技术,可以实现对农产品的全程溯源,消费者通过扫描农产品包装上的智能计量标签和二维码,就可以在软件上获取关于农产品的详细资料,包括生产地、生产时间、检验报告等,从而增强消费者对农产品质量的信任^[5]。

3.7 保质期评估

农产品的保质期评估主要方法为加速破坏性试验,加速破坏性试验是通过将被测农产品置于一个或多个温度、湿度、气压和光照等外界因素高于正常水平的环境中,促使样品在短于正常的劣变时间内达到劣变终点,再通过定期计量检验、收集样品在劣变过程中的各项数据,经分析计算后,可以计算得到被检地被破坏的破坏时间随不同温度、湿度、光照等因素变化的具体数据,从而总结出该农产品的保质期时间或范围。同时,通过计量仪器仪表检验和分析农产品内部的化学物质在加速破坏性试验中的具体变化,能够直接检验出影响农产品保质期的主要化学成分;通过计量仪器仪表也可以检验和分析出农产品中的细菌、霉菌、寄生虫等微生物随加速破坏性试验的含量变化,也可以找到导致被检验农产品加速破坏的具体微生物。这些方法可以做到从根本上找到源头,消除影响农产品保质期的影响,精准地测算出农产品的保质期,更好地延长其保质期。

4 结语

综上所述,在现代农产品质量计量检验中,智能计量检验技术的应用已经从农产品的物理表面深入到内部化学成分的分析,且占据了重要的地位,农产品的质量安全不仅跟消费者的消费者权益保障费权益保障直接挂钩,而且对国家农业产业的发展和食品安全的水平都具有重大的影响。智能计量更验技术能够好的保证产品的质量、提高了产品的竞争力、降低了产品质量检验的成本、提升了检验结果的准确度。随着时代的发展,我们有理由相信未来的智能计量检验技术会越来越成熟、越来越精准、越来越便捷,更好地应用与各个领域的产品质量检验之中。

参考文献

- [1] 戴宪滨.变电站二次回路的发展趋势[J].沈阳工程学院学报(自然科学版),2011,7(1):47-49.
- [2] 韩东海.无损检验技术在食品质量安全检验中的典型应用[J].食品安全质量检验学报.2012,3(5):400-413.
- [3] 王玉辉.酶抑制法检验有机磷农药[D].金华:浙江师范大学,2011.
- [4] 王彪等.色谱法在药物分析中的应用[J].化工设计通讯,2018,44(10):194.
- [5] 田箫扬.农产品溯源防伪系统研究[J].企业科技与发展,2019,2019(3):83-84.

Discussion on the Problem of Agricultural Machinery Technology Popularization and Its Countermeasures

Shengqiang Wang

Liangcai Sub-district Office, Bincheng District, Binzhou City, Shandong Province, Binzhou, Shandong, 256658, China

Abstract

The popularization of agricultural mechanization technology is of great significance to improving agricultural production efficiency, reducing labor force intensity and promoting agricultural modernization. However, in the process of agricultural machinery technology popularization, there are still many problems, including insufficient financial support, poor technical adaptability and low high awareness of farmers. By analyzing the main problems existing in the popularization of agricultural machinery technology, this paper puts forward the corresponding countermeasures, including increasing the policy support, improving the technical service system, strengthening the farmer training and information construction. The research shows that solving these problems can effectively enhance the penetration rate of agricultural mechanization and promote the transformation and upgrading of agricultural production mode.

Keywords

agricultural mechanization; technology popularization; problems and countermeasures; agricultural modernization; policy support

农业机械技术推广问题及对策探讨

王胜强

山东省滨州市滨城区梁才街道办事处, 中国·山东 滨州 256658

摘要

农业机械化技术的推广对于提升农业生产效率、减少劳动力强度、推动农业现代化具有重要意义。然而, 当前在农业机械技术推广过程中, 仍然面临着许多问题, 包括资金支持不足、技术适应性差、农民认知度不高等。通过分析农业机械技术推广中存在的主要问题, 提出了相应的对策, 包括加大政策支持力度、完善技术服务体系、加强农民培训和信息化建设等。研究表明, 解决这些问题可以有效提升农业机械化的普及率, 推动农业生产方式的转型与升级。

关键词

农业机械化; 技术推广; 问题与对策; 农业现代化; 政策支持

1 引言

农业机械化是农业现代化的重要标志, 能够极大地提高生产效率, 减小劳动强度, 改善农业生产条件。随着全球农业生产模式的变化, 机械化技术逐渐成为各国推动农业现代化的核心力量。特别是在中国, 农业机械化的推进不仅有助于提高粮食产量, 也为农民提供了更多的就业机会, 促进了农村经济的可持续发展。然而, 尽管农业机械化技术的应用在一些地区取得了明显成果, 整体水平仍存在较大差异。

中国农业机械化推广过程中面临诸多问题, 这些问题不仅制约了机械化的全面推广, 也影响了农业生产效益的提高。常见问题包括资金投入不足、技术推广滞后、农民接受度低、缺乏技术支持等。这些问题的存在使得部分地区的农

业生产依然处于低效且传统的状态, 机械化技术未能广泛普及, 生产力提升的效果有限。因此, 研究农业机械技术推广过程中遇到的问题, 并提出有效对策, 具有重要的理论意义和实践价值。

论文旨在通过系统分析农业机械技术推广中的主要问题, 结合当前农业机械技术发展的现状, 提出相应的解决方案, 为加速农业机械化进程提供理论依据和实践指导。

2 农业机械技术推广中的主要问题

2.1 资金投入不足, 影响技术普及

农业机械化的推广需要大量的资金投入, 包括设备购置、技术研发、基础设施建设等方面。然而, 资金问题始终是制约农业机械化发展的瓶颈之一。许多农村地区由于经济发展水平相对较低, 难以承担农业机械购置和设备维护的高额费用, 导致机械化水平提升缓慢。尤其是小规模农户, 资金压力更为严峻, 缺乏充足的资金支持使得他们在面对设备

【作者简介】王胜强(1972-), 男, 中国山东滨州人, 本科, 工程师, 从事机械设计制造及其自动化研究。

采购时感到力不从心。此外，由于缺乏长期的资金保障，部分农业机械设备在使用过程中无法得到及时地维修和保养，影响了设备的使用寿命和工作效率，最终导致设备的闲置和有效运转。

政府虽然出台了部分财政补贴政策，但对于农民尤其是小规模农户的支持仍显不足。机械化设备价格高昂，特别是对于经济条件相对薄弱的农民群体，购买新型设备所需的成本是一个沉重的负担。这使得许多农民选择继续使用传统的生产方式，导致农业生产效率未能得到根本改善。农机合作社等组织虽然在一些地方有所发展，但由于资金支持不足，很多地方的农机合作组织无法扩大规模、提高服务质量，也未能带动更多农民参与到机械化生产中。为了打破这一瓶颈，政府亟须加大对农业机械化推广的财政支持，确保资金投入的持续性和多样性，从而实现农业机械化的全面普及。

2.2 技术适应性差，推广效果有限

尽管农业机械化技术已经取得了许多进展，但在实际应用中，许多新型机械设备与农田的实际环境和作物种类不匹配，导致推广效果有限。不同地区的农业生产条件差异较大，例如南方的水稻种植、北方的旱地作物种植、山区与平原的地形差异，导致机械化技术的适应性问题。南方水稻种植区的湿地环境和北方旱地作物的土壤特性，要求不同类型的农业机械在设计上有所区别。然而，现有机械大多是按照单一的标准进行设计和生产，导致其在特定环境下的应用效果差强人意。

此外，农业机械化的技术更新速度较快，许多农民难以跟上新技术的步伐，尤其是在农村地区，技术的普及与更新并没有得到同步推进。即使有新设备被引入，也因为技术更新迅速，农民难以掌握其操作方法和维护技巧，导致设备闲置或使用效果不佳。在一些地区，农民由于没有接受专业的培训，常常遇到机械使用不当或损坏严重的问题，这种技术适应性差的问题，增加了农民对农业机械化的抵触情绪，进一步影响了新设备的普及与应用。这种适应性差的问题不仅影响了技术的实际效益，也阻碍了农业生产方式的转型和升级。

2.3 农民认知度不高，缺乏培训和技术支持

农业机械技术的推广不仅仅依赖于先进设备的引入，更需要农民对新技术的接受和使用。然而，许多农民对现代农业机械化技术的认识还停留在传统的农业生产方式上，对新技术的理解有限。尤其是农村老年群体，对于新技术的认知和使用存在较大障碍。这部分农民通常没有接受过系统的教育，很多人仍习惯使用传统的耕作方式，对现代农业机械化设备缺乏足够的了解和认识。此外，农村地区的技术普及渠道不畅通，农民对于机械化的潜力和优势并不清晰，这直接影响了机械化技术的接受度和普及速度。

即使在一些大规模农场或合作社中，由于技术培训和支

持不到位，农民对设备的操作和维修能力较弱，无法有效

发挥机械设备的效益。当前的培训体系仍存在较大的缺陷，许多农民无法获得系统的技能培训和他技术支持，导致技术的应用效果大打折扣^[1]。

3 农业机械技术推广的对策

3.1 加大政策支持力度，改善资金投入

要推动农业机械化的全面发展，必须加大政府的政策支持力度，特别是在资金投入方面。政府应设立专项资金，针对小农户和边远地区的农民提供购机补贴和设备维修支持，降低农民的购机成本。通过财政补贴、税收减免等手段，吸引更多资金进入农业机械化领域，帮助农民解决资金短缺问题。此外，政府还可以通过设立专项贷款或补贴政策，鼓励农民与农业企业、合作社共同投资农业机械，从而分担设备购置的高成本。这种政策支持不仅有助于降低农民的经济负担，还能增强他们对现代化农业生产方式的信心，推动机械化的普及。

同时，政府可以鼓励农业合作社、农机服务公司等组织发展，推动农机共享模式的发展，降低单个农户的设备投资成本。在农机合作社的建设中，应加强对农机服务网络的支持，帮助其建立完善的设备管理、维修和技术培训体系，提供全面的技术服务与支持。通过合作社或农机服务公司，农民可以共享机械设备和技术服务，提高设备的使用率和工作效率，减少闲置和浪费，进而实现规模化生产，降低生产成本，提升农民的收入水平。此外，政府还应在农业机械化技术推广过程中，提供相应的财政激励措施，推动农机服务行业的良性发展。

3.2 提升技术适配性，推动定制化服务

为了解决农业机械化技术适应性差的问题，应加强设备的研发与创新，针对不同地区和作物的特点开发更加专业化、定制化的农业机械设备。农业生产的差异性使得机械化技术的推广面临着很大挑战，特别是在山区、丘陵地区等特殊地形中，现有的农业机械难以高效适用。因此，针对不同地区的农田作业环境，应研发适应性强、操作简便的农业机械。例如，可以研发适用于山区耕作的轻型机械，或者针对特定作物如水稻、玉米等的专用设备，以提高设备的工作效率和生产适应性。

与此同时，机械设备应具备更强的适应性和通用性，能够满足不同作业环境下的需求。为了进一步提升机械设备的适应性，研发时要注重设备在不同土壤、气候条件下的稳定性表现，尤其要考虑到设备的多功能性，例如，能够同时完成播种、施肥和灌溉等多个作业环节。与此同时，农业机械的设计应注重用户友好性，确保农民能够在操作和维修过程中轻松上手，减少对技术的依赖。政府可以通过鼓励农业机械企业与科研机构合作，推动农业机械的技术创新，提高设备的适应性与使用效率。通过提供技术支持、创新补贴等方式，推动高效、低能耗的农业机械的研发与应用^[2]。

3.3 加强农民培训与技术支持，提升农民技能水平

农民是农业机械化推广的关键，提升农民的技术水平是实现农业机械化的必要条件。政府、农业部门和相关企业应加大培训力度，举办形式多样的技术培训班，帮助农民提高操作技能和维护能力。尤其是在偏远地区和农民中老年群体中，应注重普及现代农业机械技术，增强其对机械化生产的认知与接受度。培训内容不仅应包括农业机械的基本操作，还应包括机械的日常维护、故障排除和应急处理等方面，以确保农民能够在设备出现问题时及时处理，减少停机时间。

此外，企业和农机服务组织应提供全面的技术支持，包括设备的使用、维护和故障排除等方面，确保农民能够在遇到问题时得到及时帮助。在推广过程中，政府应发挥主导作用，整合各方资源，建立农民培训与技术支持的长效机制。可以通过线上线下相结合的方式，提供定期的技术支持与远程指导，帮助农民及时掌握农业机械的操作与维修技能，进而提高机械化的应用效果。同时，可以通过农技服务公司或农业合作社提供个性化的技术服务，使得不同类型的农户能够根据自己的需求得到合适的支持^[1]。

4 农业机械技术推广的前景与挑战

尽管农业机械化技术的推广已取得一定成绩，但仍然面临诸多挑战。随着农业机械化水平的逐步提高，如何实现绿色发展、如何加强智能化技术的应用将是未来农业机械发展的重点方向。农业机械不仅需要提高生产效率，还要注重环保和可持续性，减少对环境的影响。随着气候变化、土地资源压力等问题日益突出，农业机械的绿色化发展已成为全球农业发展的必然趋势。

同时，随着物联网、大数据、人工智能等技术的快速发展，智能农业机械的应用将成为提升农业生产力的关键。智能农业机械不仅能够在传统作业基础上实现精细化操作，还能通过信息化技术与农田数据的结合，进行更为高效的资源配置。智能农业机械的引入，不仅能够优化农作物的生长

环境，还能够通过实时数据分析，提前预警机械故障，实现预防性维修，进一步提升农业生产的效率与可持续性。

然而，农业机械化技术的普及依然面临较大的困难，尤其是在一些低收入地区，农业机械化水平较低，技术推广的难度大，资金支持不足等问题亟待解决。许多地区由于经济发展水平较低，农民对机械化技术的认知度不高，缺乏必要的资金投入，导致机械化进程缓慢。为了有效应对这些挑战，政府、企业和农民需要携手合作，形成推动农业机械化的强大合力。政府应加大政策支持力度，企业要通过技术创新降低生产成本，而农民则需要通过不断学习提升技能，共同推动农业机械化技术的普及和应用^[4]。

5 结语

农业机械技术的推广是推动农业现代化的重要途径。尽管在推广过程中存在资金短缺、技术适应性差、农民认知度不高等问题，但通过加大政策支持、完善技术服务体系、提升农民技能等多方面的努力，可以有效推动农业机械化的普及与应用。未来，随着智能化、绿色化技术的不断发展，农业机械将为农业生产带来更高的效率和更低的成本，为实现农业现代化和农村经济可持续发展提供强有力的技术保障。为了更好地解决农业机械化发展过程中遇到的问题，社会各界应共同合作，推动农业机械技术的创新和推广，以确保农业机械化技术能够普及到更广泛的地区，帮助农业生产提升效率，推动全球农业向更高效、更绿色的方向发展。

参考文献

- [1] 朱文慧,孙艺嘉,宋旭慧.昌吉市农业机械化发展现状及对策建议[J].当代农机,2024(11):35-36.
- [2] 赵琛.电子信息技术在农业机械上的应用研究[J].南方农机,2024,55(22):168-170.
- [3] 索利利,王煜,韩苏,等.农业机械化与农民收入的影响研究——基于浙江省县域面板数据的实证分析[J].中国农机化学报,2024,45(11):265-271.
- [4] 费焱,王涛,崔志超,等.茭白生产机械化发展现状与对策[J].中国农机化学报,2024,45(11):278-282+298.

Metering Error Analysis and Control Strategy in Quality and Technical Supervision

Zulibikaer Abulimiti

Xinjiang Uygur Autonomous Region Market Supervision, Audit and Evaluation Center, Urumqi, Xinjiang, 830001, China

Abstract

Measurement accuracy is the core content of quality and technical supervision, especially in modern industrial production, the impact of measurement error on product quality can not be ignored. Starting with the source of measurement error, this paper analyzes the common types of measurement error and its causes, discusses its influence on quality and technical supervision, and proposes a series of effective control strategies. By introducing advanced measurement technology, optimizing measuring equipment management and improving the operating procedures, the measurement error can be significantly reduced and the accuracy and reliability of measurement can be improved. This paper also makes a systematic analysis of the control strategy of measurement error, and puts forward specific improvement suggestions and practical methods, aiming to provide theoretical support and practical guidance for improving the level of quality and technical supervision.

Keywords

measurement error; quality and technical supervision; source of error; error control; measurement equipment

质量技术监督中的计量误差分析与控制策略

祖力毕卡尔·阿不力米提

新疆维吾尔自治区市场监管审核评价中心, 中国·新疆 乌鲁木齐 830001

摘要

计量准确性是质量技术监督的核心内容, 尤其在现代工业生产中, 计量误差对产品质量的影响不可忽视。本文从计量误差的来源入手, 分析了常见的计量误差类型及其成因, 探讨了其对质量技术监督工作的影响, 并提出了一系列有效的控制策略。通过引入先进的计量技术、优化计量设备管理和完善操作规程等措施, 可以显著降低计量误差, 提高计量的准确性和可靠性。本文还对计量误差的控制策略进行了系统分析, 提出了具体的改进意见和实践方法, 旨在为提升质量技术监督的水平提供理论支持和实践指导。

关键词

计量误差; 质量技术监督; 误差来源; 误差控制; 计量设备

1 引言

质量技术监督在确保产品质量、提高生产效率、保证消费者权益等方面发挥着至关重要的作用。计量工作是质量技术监督的基础, 尤其是在工业生产、商品交易和科研活动中, 计量误差可能直接影响产品质量和市场公平性。随着社会经济的快速发展和科技进步, 计量技术已成为衡量工业产品质量的重要工具之一。然而, 由于计量设备的精度限制、环境因素的变化及操作人员的主观因素等多方面原因, 计量误差在实际应用中往往不可避免, 甚至可能对生产和质量管理造成严重影响。

因此, 如何有效识别和控制计量误差, 是当前质量技术监督中的一个重要课题。为了提高计量工作的准确性, 降低误差对质量监督的负面影响, 深入分析计量误差的成因, 提出切实可行的控制策略, 具有重要的学术价值和实际意义。本文将详细探讨计量误差的来源与分类, 分析常见的计量误差对质量技术监督的影响, 并提出一系列误差控制措施, 旨在提升质量管理水平, 保障产品的质量稳定性和可靠性。

2 计量误差的来源与分类

2.1 计量误差的来源

计量误差是指在测量过程中, 由于多种原因导致测量结果与真实值之间的偏差。计量误差的产生往往是多方面因素共同作用的结果。主要来源包括以下几个方面:

仪器设备误差: 计量设备本身的误差是最直接的误差来源。由于设备制造工艺、材料选择和设计的限制, 仪器可

【作者简介】祖力毕卡尔·阿不力米提(1996-), 男, 维吾尔族, 中国新疆人, 本科, 初级, 从事质量技术监督专业、计量研究。

能存在一定的测量偏差。例如，温度计、压力计等仪器在长期使用过程中，因内部元件的老化或精度下降，往往会产生误差。设备的检定和校准不及时，也可能导致其精度降低，进而影响测量结果的准确性。对于高精度设备，如光谱仪或质量测量仪器，其内部组件的细微变化会对测量结果造成较大影响。

环境因素误差：环境条件对计量结果的影响不可忽视。温度、湿度、气压等环境因素可能对测量过程产生影响，尤其是在精密仪器的使用中，环境的微小变化可能引起显著的误差。温度变化会导致大多数材料膨胀或收缩，影响测量工具的形状或尺寸。例如，在物理量测量中，温度的变化会导致仪器和测量物体本身的膨胀，进而影响读数的准确性。

操作人员误差：操作人员的经验、技术水平及操作规范直接影响测量的准确性。测量操作不规范、设备未按要求使用或读数不准确，都会导致误差的产生。尤其在手动操作中，人员的主观判断可能导致测量结果的误差。例如，读数时的视角不正确，或者误判测量仪器的零点位置，都会导致偏差的出现。而在一些复杂的测量过程中，操作人员对仪器的操作技巧不熟练、缺乏足够的技术储备时，误差的产生几率也会增加。此外，操作人员的心理因素、体力状况等也会影响其测量的精确度。通过加强操作人员的培训，提高其技术水平和操作规范，能够有效减少人为误差。

2.2 计量误差的分类

计量误差可以按照其性质和表现形式分为几种类型。常见的计量误差类型包括：

系统误差：系统误差是指在相同条件下反复测量时，总是存在的、具有一定规律性的误差。这类误差通常由测量仪器、测量环境或测量方法等因素引起。例如，若某个仪器的校准出现问题，导致每次测量值都偏高或偏低，这类误差称为系统误差。系统误差虽然可以通过校准和调整设备来减少，但无法完全消除。它的特点是可重复性强，且通常有固定的模式，因此，通过对设备和方法进行改进，系统误差可以被有效控制。常见的系统误差来源包括仪器的零点漂移、仪器的线性误差、环境变化引起的误差等。在实际工作中，系统误差一旦被识别，往往能够通过修正或校准来纠正，从而确保测量的准确性^[1]。

随机误差：随机误差是由各种偶然因素引起的误差，其大小和方向是不确定的。随机误差通常难以通过直接控制消除，但可以通过多次测量并取平均值来减小其影响。随机误差的产生通常是由于测量过程中微小的不确定因素，如环境波动、操作差异等，导致测量结果出现随机偏差。这类误差在反复测量中会分布在一定的范围内，并呈现出随机性特点。因此，通过增加测量次数，使用统计方法（如计算均值）来对数据进行处理，可以有效减少随机误差对测量结果的影响。随机误差无法完全消除，但可以通过合理的统计分析方法来减小其干扰。

粗大误差：粗大误差是由于仪器故障、操作失误或外部干扰等因素引起的较大误差。粗大误差通常具有较大的偏差，且不符合正常测量规律。这类误差往往可以通过排除异常数据、检查设备和操作来避免。粗大误差有时是由于设备的严重故障或外部环境的极端波动引起的，表现为测量结果的显著异常。由于其较大的偏差，通常能够通过监测和检查被识别并排除。在处理粗大误差时，通常需要排除数据中明显的异常值，重新进行测量。对于粗大误差的控制，应注重设备维护和操作规程的执行，避免人为因素对测量结果的影响。

3 计量误差对质量技术监督的影响

3.1 对产品质量的影响

计量误差直接影响产品的质量控制。在生产过程中，任何细微的计量误差都可能导致产品质量的偏差，进而影响生产效率和市场竞争力。例如，在制造业中，尺寸测量误差可能导致零部件的配合不良，甚至导致产品的整体失效。如果产品的尺寸未能严格控制在设定公差范围内，可能会导致组装困难或使用中的机械故障，降低产品的整体性能和可靠性。对于食品、药品等行业，精确的成分配比和剂量测量尤为关键，任何测量误差都可能影响产品的安全性和有效性。特别是在药品生产中，剂量误差可能导致药效不佳甚至危害消费者健康，因此，精确的计量在这些行业中显得尤为重要。计量误差不仅影响产品本身的质量，还可能导致企业在市场中失去竞争优势，因此对计量的精确控制至关重要^[2]。

3.2 对生产效率的影响

不准确的计量不仅会导致产品质量的波动，还会对生产效率产生负面影响。在生产过程中，计量误差会导致频繁的返工和检修，增加了生产的停工时间和维修成本。当测量结果不准确时，生产线往往需要暂停进行检查和调整，造成生产进度延误。频繁的生产调整和不合格产品的返工，不仅增加了操作人员的工作量，还加大了企业的经济负担。计量误差还会影响原料的使用量，导致资源浪费和成本增加。在一些精细化生产中，如化工、食品加工等行业，任何微小的计量误差都可能导致生产原料的浪费，最终影响整体成本控制和企业利润。特别是在大规模生产时，如果计量误差长期存在，可能造成成百上千的生产原料浪费，进而影响企业的资源使用效率和经济效益。

3.3 对质量监督的影响

质量技术监督的核心任务是确保生产过程中的各项质量标准得到严格执行，计量误差的存在使得这一目标的实现面临挑战。计量误差可能导致质量检查不准确，甚至使不合格的产品通过检验，进入市场或生产环节。假如生产过程中计量误差无法被及时发现和控制，可能导致不符合标准的产品进入市场，从而造成企业信誉的下降和法律责任的承担。此外，计量误差还可能导致数据记录错误，影响后续的数据

分析和决策,增加质量管理的不确定性和复杂性。在质量监控过程中,若误差控制不严格,可能导致数据的失真,进而影响产品质量的持续改进。对质量技术监督管理来说,计量误差的控制是保证质量管理体系有效运行的基础,也是提升整体产品质量水平的关键因素^[3]。

4 计量误差的控制策略

4.1 加强设备校准与维护

为了减少仪器设备引起的误差,定期的校准和维护是必不可少的。通过使用标准量具和校准设备,定期对计量设备进行校准,可以有效消除系统误差。计量设备的校准可以确保仪器的精度和可靠性,避免由于设备老化、磨损或故障导致的不准确测量。设备的维护工作同样重要,及时检查设备的运行状态,确保其始终处于最佳工作状态,能够减少因设备老化或损坏造成的误差。特别是在长时间使用后,计量设备可能会由于元件老化或环境变化而发生精度变化,因此定期进行设备维护和更新可以确保设备的长期稳定性和测量准确性。此外,校准工作要严格按照国家或国际标准进行,确保每个测量环节都符合精度要求,为产品质量提供可靠保障。

4.2 优化测量方法与技术

采用科学、合理的测量方法和技术可以减少误差的影响。在选择测量工具和方法时,应根据不同的测量环境和测量对象选择最适合的工具。例如,对于高精度要求的测量,应选择高分辨率的仪器,确保误差最小化。不同的计量对象和测量环境需要采取不同的测量方案,采用合适的技术手段来提高测量结果的准确性。例如,在物理量测量中,可以使用激光测量、数字化测量等先进技术,减少传统测量方法可能带来的误差。与此同时,通过改进测量技术和方法,可以提高测量结果的准确性。引入自动化测量系统,减少人为因素的干扰,确保测量的高精度。此外,随着测量技术的不断发展,新的测量仪器和技术不断涌现,生产企业应紧跟科技前沿,优化现有测量手段,以适应不断变化的生产需求^[4]。

4.3 加强操作人员培训与管理

操作人员的技能和规范化操作对减少人为误差具有重

要意义。加强操作人员的培训,提升其专业技能和操作水平,是提高计量准确性的重要保障。定期举办技术培训,确保操作人员掌握最新的计量知识和技能,尤其是对新设备、新技术的掌握,可以大大提高测量的精确度。在实际生产中,操作人员的误差经常出现在测量过程中,例如,错误读取仪器、记录不准确等问题。因此,培养操作人员的精确操作能力,规范测量步骤,避免因不规范操作而引起的误差,是减少人为因素影响的关键。同时,企业应建立完善的操作流程和管理制度,对计量工作进行规范化管理,确保每个环节都能够按照标准要求执行。对操作人员进行定期考核和反馈,不断提升其技术水平,从而降低计量误差对生产和质量管理的负面影响。

5 结语

计量误差的存在是质量技术监督中不可忽视的问题。通过对计量误差来源和类型的深入分析,可以发现其对产品质量、生产效率及质量监督管理的深远影响。计量误差不仅影响产品质量的稳定性,还可能导致生产效率的下降和企业经济损失。因此,实施有效的计量误差控制策略显得尤为重要。加强设备校准与维护、优化测量方法与技术、提升操作人员的培训和管理等措施,都是减少计量误差的重要途径。随着现代计量技术的不断进步和质量管理体系的逐步完善,未来计量误差的控制将越来越精细,质量技术监督的效率和水平也将不断提高,从而为提高产品质量、促进企业可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1] 欧阳洁,彭鹭,陆毅.数字化转型下的人大预算监督与政府支出效率——基于信息不对称视角的分析[J].管理世界,2024,40(11):137-157.
- [2] 谢旺成.食品质量安全检测中计量控制优化策略研究[J].食品安全导刊,2023(35):30-32.
- [3] 乐高强.公路桥梁施工中质量监督控制策略分析[J].运输经理世界,2023(32):82-84.
- [4] 管玉芳.谈产品质量体系中的计量检校技术应用价值[J].品牌与标准化,2023(6):132-134.

The Risk Control Measures of Mechanical Equipment Based on Essential Safety

Quansheng Geng

Jiangsu Junxin Xinhua Security Technology Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215600, China

Abstract

Production safety is the basic national policy of the country, but also to ensure the safety of workers, national wealth and promote the development of social productive forces. Essential safety is to make the production equipment and production system itself safe through a series of means such as design. Even when the misoperation or failure occurs, it will not cause serious accidents. That is to say, essential safety includes the function of preventing errors and the function of preventing faults. The significance of mechanical equipment risk control is to ensure production safety, improve production efficiency, and ensure the safety of employees, so as to provide the core competitiveness of enterprises in the market. On the basis of essential safety, the management mode is innovated for the risk control of mechanical equipment, and the whole process from project approval, equipment safety design to equipment acceptance has been fully managed, etc. An efficient, stable and safe production line has been built, which lays a foundation for promoting the development and progress of the enterprise.

Keywords

intrinsically safety; risk control of mechanical equipment; application measures

试析基于本质安全的机械设备风险控制措施

耿全生

江苏君信新华安全科技有限公司, 中国·江苏苏州215600

摘要

生产安全是国家的基本国策,也是保证劳动者安全、国家财富、促进社会生产力发展的基本保障。本质安全就是通过设计等一系列手段使生产设备、生产系统本身具有安全性,即便在误操作或发生故障的时候也不会造成严重事故的功能,也就是说本质安全包括防失误的功能、防故障的功能。机械设备风险控制的意义是确保生产安全、提高生产效率、保障员工安全,从而提供企业在市场中的核心竞争力。在本质安全的基础上,针对机械设备风险控制进行管理模式创新,从项目批准、设备安全设计再到设备验收整个过程中都得到了全面的管理,构建了一条高效、稳定且安全的生产线,为推动企业的发展与进步奠定基础。

关键词

本质安全; 机械设备风险控制; 应用措施

1 引言

本质安全的概念最开始源于1950年左右的世界宇航技术,随着人类科学技术的进步和对安全文化的认识,这一概念开始被广泛的推广与应用,通过设计、教育、优化等措施可以从源头上减少不安全事故的发生率,保证整个生产活动的高效与安全。本质安全的概念在机械设备风险控制中的应用,首先考虑设备的结构、材料、系统等,保证机械设备即便在错误的操作或设备故障的状态下依然能够保证安全,避免出现爆炸、火灾等危险;其次,在机械设备制造、安装、调试的过程中,本质安全理念突出安全标准,保证机械设备

运行的安全与可靠;最后,本质安全理念用于机械设备的维护与检修,通过定期的检查、更换受损部件、更新安全技术等,可以保证机械设备保持良好的状态,从而减少事故的发生率^[1]。由此可知,基于本质安全的机械设备风险控制措施是保障机械设备运行安全的关键,也是避免不良事故发生的重要举措,对于推动企业发展、保证社会稳定都有重要的作用。

2 本质安全与设备全生命周期的概念

2.1 本质安全

本质安全就是在设计和运行的过程中,通过一系列的技术措施保证安全,控制人员和设备的错误操作,最大程度的保障设备、系统、人员的安全,基于本质安全制定的风险管理对策,有效减少了风险潜在的问题、提高了设备应用的

【作者简介】耿全生(1985-),男,中国河南周口人,本科,高级工程师,从事安全生产管理、安全技术服务研究。

安全性。

本质安全在机械设备管理中的应用意义为：①有利于提高安全性。本质安全可以避免人为、非人为故障的出现，保持机械设备处于稳定运行状态。在对系统的运行过程实施管理的过程中，也可以实现对数据的加密，保证了机械设备本身及内部系统的安全性。②有利于降低机械设备运行成本。本质安全的应用可以避免人力、物力在设备运行和维护中产生浪费的情况，从而保证了企业的整体效益。本质安全在应用中可以设置安全授权等相关规则，避免了由于疏忽或故意操作引发的安全问题，减少了后期维护设备产生的一系列费用。③有利于提高机械设备运行的可靠性。本质安全为基础的风险管理措施涉及到很多技术手段，比如安全监控设备、加密传输等，这些措施有效减少了机械设备发生故障、系统发生数据泄露的概率，从而保证了设备的运行安全^[2]。④有利于提高企业在市场中的核心竞争力。对于各个行业中的企业而言，保证生产安全是提高经济效益、保障企业稳定运行的关键，本质安全的应用则满足了企业的这一需求，不仅提高了企业的生产效率，也保障了企业的核心竞争力。本质安全目前在工业、医学、军事等领域有重要的应用价值，通过保障机械设备的运行安全，为企业的发展提供助力，也为企业提供了获取更高经济效益的保障。

2.2 设备全生命周期

设备全生命周期是从设备的采购、安装、使用、维护、维修、改造、更新、报废等全过程实施管理，涵盖了设备整个生命。设备全生命周期的管理是为了保障设备运行的可靠性和经济性。①采购，根据企业需求和市场情况，选择合适的设备供应商，确保设备的性能、稳定性。②安装调试与验收。设备采购完成后，要积极的进行安装调试和设备验收，保证设备的稳定运行。③设备使用和维护保养。设备投入使用后，需要定期的进行维护与保养，保证设备长期稳定运行。④维修与改造。通过对设备进行针对性的维修和改造，能够进一步提高设备的工作效率和工作性能^[3]。⑤更新与报废。根据设备使用情况与经济效益，决定是否进行设备的更新和报废处理。

通过分析设备全生命周期的内容，可知其管理的意义在于提高设备的利用率，通过有效的管理和维护，减少设备故障发生率，保证设备的可靠、稳定运行；同时可以降低运营成本，通过技术经济分析，优化设备的投资、维修和更新，降低企业的运营成本；还可以实现综合管理，将设备设计、制造和使用三者结合起来进行统一的管理，实现实时的信息反馈和综合管理^[4]。

3 基于本质安全的机械设备风险控制对策

3.1 设备安全设计

根据本质安全和设备全生命周期的要求，对机械设备开展全面的风险评估，结合评估结果制定针对性的安全优化方案。

首先，能源的识别与管理。将技术人员、风险控制人员整合起来，针对整体生产流程中涉及的设备，识别在生产中设备使用到的能源以及容易造成的危害，比如说使用了电、气压、化学品、气体、水、热能等，根据不同的使用到的能源设计控制阀门，同时搭配锁点，保证操作人员在设备的维护、维修中都可以做好对能源的精准控制。设备容易产生的有害能量包括热能、激光、辐射等，因此需要采用涉及机械以及电气控制结合的手段控制有害的能量对操作人员等带来的损伤。对于不需要进行能源切断就可以进入到工位内部的任务就要先确定好使用的能源，然后绘制控制能源的电气设计图纸，保证设备得到有效的管控^[5]。

其次，设备风险评估。①确定风险源。分析会造成生产流程、机械设备会发生事故的主要原因，比如化学因素、物理因素、操作因素等。②评估风险发生率。针对风险源的特点以及设备运行的实际情况，分析各种事故发生的概率，如设备故障发生率、操作失误发生率等。③评估风险后果。在分析各种常见事故的发生率后，就要进一步明确事故发生后可能造成的后果，比如人员伤亡、环境污染、企业成本损失等。④风险评级。通过上述对风险类型、风险后果有了大致的判断，则可将不同事故风险划分为不同的等级。⑤针对不同等级制定风险管理对策，如通过设备改进、完善操作规程、制定设备维护管理措施等。设备改进措施。采用自动化控制技术和先进的加工技术进行设备改进，减少人力成本，提高生产效率，如说通过采用传感器、数据分析技术，实时监测设备的运行状态，提高故障预警能力^[6]。

最后，完善操作规程。制定详细的设备操作手册，包括设备的启动、运行、停止、清洁、保障等各个流程的操作规程，手册内容要简单明了，便于操作人员理解。制定标准化操作流程，保证不同操作人员在使用机械设备的时候能够遵守统一的操作规范，减少人为操作失误引发的设备故障。制定设备维护管理措施。定期对设备进行维护保养，监测机械设备的温度、电流、电压等各项参数，及时发现问题从而减少故障率，保证设备的稳定运行。同时，保证设备的清洁和润滑状态，保证设备不漏油、不漏气。

3.2 设备安全验收

每一台机械设备都有资格证明和健康证明，或者有通过检验后具有法律效力的合格徽章，进行设备进场验收的第一步就是要检查这些证明。验收工作需要各部门人员相互配合，需要有资质的检验单位和监理单位相互合作，对机械设备实施全方位、多角度的审查，保证机械设备能够正常、稳定且高效的投入工作。对机械设备进行确认后则要记录在册，验收记录对于后期设备维护、维护等都有重要意义。对机械设备的关键部位要格外注意，比如电气部分、传动部分和润滑部分；注意检查机械设备运行的平稳状态，观察是否有异常响动、振动等情况；检查设备的能耗是否符合预期，比如电机运行时的功率效果；检查机械设备的误差与精度是

否符合要求,比如机床切削精度、传感器测量误差等。如果在机械设备进场验收中发现了问题,就要立刻启动管理对策,与生产厂家或供货商联系,协商解决方案^[7]。

3.3 对操作人员的要求

大型机械设备的应用离不开专业的操作人员,操作者有义务和责任保证机械设备的运行安全,从而要组织操作人员参与专业的培训,具有更高的专业技术和综合能力,能够及时发现机械设备运行中的问题,从而做出尽快处理。在本质安全的管理体系中,人员的本质安全要求就是要树立牢固的安全意识,安全第一的观念要深入人心,坚定事故可控可防的理念,保持良好的工作责任心和自信心,在企业安全文化建设中贡献自己的力量,营造强化安全意识的工作氛围。在机械设备管理中,掌握安全知识是达到本质安全要求的前提,需要掌握机械设备的操作规程、简单故障的排查和处理等安全知识,专业的设备检修人员要熟悉电气知识等,避免在设备检修中留下安全隐患;提高安全技能则是体现本质安全的基础,通过组织操作人员进行培训、练习,提高操作人员的专业能力、规范操作流程,避免因人为失误导致小问题演变成大事故。因此,强制性的技能培训可以保证每个工作人员都满足岗位的安全需求,且符合岗位对技能操作的要求;安全行为是体现本质安全的保障。违规行为是造成事故的主要原因,看似不起眼的操作失误或未按照规章制度操作可能会引发严重的后果。本质安全体系下,要求操作行为必须规范,通过类似军事化的管理,要求每个人上标准岗、干标准活,用规范行为来保障机械设备的运行安全^[8]。

3.4 夯实设备全生命周期安全监管

设备的全生命周期管理职责、管理内容等已经非常明确,机械设备管理要遵循“三管三必须”“谁用谁负责”的原则,结合企业的实际情况,分别构建专业管理与直线管理结合的责任体系,结合专业人员的知识和操作人员的工作

经验,构建责任明确、执行性强的安全管理体系,实现与QHSE管理体系的有机融合。管理内容上,设备、业务、安全、财务等要全面推进,采取设备选型、安装、运行、检修维修、报废等全过程管理,减少机械设备的风险发生情况。

4 结语

机械设备的本质安全通过机械设备的自身结构、工艺、工作原理等控制风险形成的管理手段,不依赖于外部条件达到理想的设备管理效果。本质安全在机械设备的风险控制中有重要应用价值,但本质安全也有一定的局限性,有些风险因素无法预测,因此在机械设备应用过程中,也要积极配合多样化的安全管理措施,保证机械设备的稳定运行。

参考文献

- [1] 向崎,黄华江.基于本质安全理念的施工安全管理体系研究[J].建筑安全,2024,39(11):52-59.
- [2] 王清源.基于本质安全的机械设备风险控制体系探索[J].设备管理与维修,2024(15):10-14.
- [3] 谭成,骆真良,黄正宽,等.汽车生产企业中本质安全管理应用[J].汽车测试报告,2023(21):10-12.
- [4] 徐骁南.机械加工企业安全生产管理能力评价研究[D].内蒙古科技大学,2023.
- [5] 张侠挺,陈晓珍.基于本质安全的工艺设计方法研究[J].化纤与纺织技术,2022,51(6):48-50.
- [6] 张光辉,孙路路,王小平,等.夯实起重作业本质安全基础——徐州徐工挖机起重机械安全管理特色做法[J].现代职业安全,2022(1):46-47.
- [7] 张铭明.本质安全在设备安全管理中的重要性[J].内燃机与配件,2021(9):194-195.
- [8] 赵建伟,张泽成,韩祖民.创新风险管控模式,加强本质安全建设[J].建筑安全,2021,36(2):55-57.

Research on Efficient Machining Process Method for Scraper Conveyor Connection Seat

Dacheng Hu Hongming Xiang Guoxu Niu

Ningxia Tiandi Benniu Industrial Group Co., Ltd., Shizuishan, Ningxia, 753001, China

Abstract

The scraper conveyor (hereinafter referred to as the scraper) is one of the most critical pieces of equipment in coal mining machinery, the connecting seat used in conjunction with the scraper conveyor is a key component. It is mainly used to connect various parts of the scraper conveyor and bears the enormous load the underground coal mining process. With the development of the company's coal mining equipment towards larger sizes, in order to ensure the strength of the connecting seat parts, forgings are used for processing and heat treatment is performed. Currently, the incoming materials are all square forging blanks, with large processing quantities and significant material removal rates processing is completed. When the machining center processes deeper and more complex cavities, the milling tool diameter is small, the overhang is long, and the rig is poor, leading to large tool vibrations, low processing efficiency, and short tool life. Each machine can only process a small number of parts per shift, severely production progress and becoming a bottleneck in production that urgently needs to be addressed.

Keywords

scraper conveyor; connecting seat; machining center; program; tool; optimization

刮板输送机联接座类零件高效加工工艺研究

胡大成 向红明 牛国旭

宁夏天地奔牛实业集团有限公司, 中国·宁夏 石嘴山 753001

摘要

刮板输送机是煤矿井下采煤机械中的关键设备之一, 联接座类零件是刮板输送机的一个关键零件, 主要用于刮板输送机的机头架和过渡槽等之间的连接, 承受着井下采煤过程中的巨大负荷, 随着公司采煤设备向大型化发展, 为保证联接座类零件强度, 需要采用锻件并经热处理调质后加工。目前来料毛坯均为四方自由锻件, 毛坯加工量很大, 每年加工数量多, 加工完成后材料去除率多, 采用加工中心加工较深的复杂型腔时, 铣削刀具直径较小、悬伸长、刚性差、刀具振动大, 存在加工效率较低、刀具寿命低等问题。单台机床每班加工数量少, 严重影响生产进度, 是生产的瓶颈问题, 急需进行高效加工工艺研究解决。

关键词

刮板输送机; 联接座; 加工中心; 程序; 刀具; 优化

1 引言

根据国家“十四五”规划以及“中国制造 2025”要求, 要大力发展先进制造业, 推进装备制造向高端智能化转型, 淘汰落后技术和产能, 推动向数字化、智能制造方向转型, 进而提高产品质量、提高效率、降低成本^[1]。

联接座类零件(图 1), 是公司采煤设备刮板输送机的重要联接零件, 承受着井下采煤过程中的巨大负荷。随着公司采煤设备向大型化发展, 为保证联接座类零件强度, 采用锻件并经热处理调质后加工。

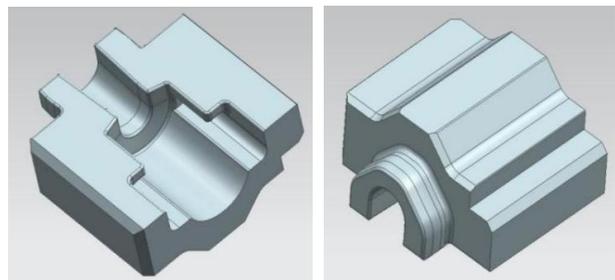


图 1 联接座类零件

目前毛坯来料均是四方自由锻件, 400~600 件/年, 毛坯加工量很大, 加工完成后材料去除率达 65%~70%, 采用加工中心加工较深的复杂型腔时, 铣削刀具直径较小、悬伸长、刚性差、刀具振动大, 导致加工效率较低、刀具寿命低等问题。单台机床每班只能加工 1.5~2 件, 每批约 30~50 件,

【作者简介】胡大成(1971-), 男, 中国北京人, 本科, 工程师, 从事机械制造与数控加工研究。

占用 2 台加工中心长达 7~15 天，是生产的瓶颈问题，急需解决。

2 刮板输送机联接座零件高效加工工艺方法研究

为提高联接座类零件的加工效率，保证加工质量，降低生产成本，开展了以下 5 个方面的研究及加工试验，最终解决了这个影响生产的瓶颈问题，取得了较好的效果和成果。

2.1 分析影响提高联接座类零件加工效率的主要因素

目前加工设备为 BT40 主轴的加工中心，精度较高，适合中小零件的精加工和半精加工，但是主轴及刀柄直径相对较小、刚性较差、扭矩小、重切削能力较差，在联接座类零件需要大量铣削去除材料时，不能采用大的切削参数，效率不高^[2]。

分析联接座类零件的加工状况，以及不同的切削参数（转速、切削深度、切削宽度、走刀量等）和切削振动、刀具寿命等，总结出影响联接座类零件加工效率的主要因素如下：

①不同类型数控刀具选择及其切削的轻快性、刀具寿命、加工效率等。

②刀具直径及悬伸，直接影响刀具刚性、刀具切削性能、刀具寿命。

③切削参数（包括转速、切削宽度、切削深度、走刀量等），对加工效率和刀具寿命也有较大影响。

④如何优化三维软件生成的刀轨，减少多余刀轨长度，去除刀轨中多余和不合理刀轨，减少多余空行程等，可以有效地提高加工效率。

2.2 数控刀具优化选型

选择 3 家品牌刀具厂商的 4 种数控铣削刀具，进行切削参数（转速、铣削宽度、铣削深度、走刀量等）和加工效率、刀具寿命等对比试，分别是山高（SECO）的凸三角高进给铣刀、住友（SUMITOMO）圆弧刀片铣刀、泰珂洛（Tungaloy）的四方形高进给铣刀和逆正角三角形双面刀片铣刀（图 2）。

对上述 4 种刀具进行切削对比试验，包括切削参数、切削振动、刀具寿命、加工时间等。最终选择山高凸三角高进给铣刀及泰珂洛四方形高进给铣刀。



(a) 山高凸三角高进给铣刀 (b) 住友圆弧刀片铣刀 (c) 泰珂洛四方形高进给铣刀 (d) 泰珂洛逆正角三角形双面刀片铣刀

图 2 4 种数控铣削刀具

2.3 编程方式采用粗加工人工编程 + 精加工三维软件编程的混合编程方式，消除空行程及多余导轨，提高加工效率

联接座类零件用三维软件生成的加工刀轨（图 3），有多余导轨、空刀轨以及可优化刀轨，消除和减少不必要的空行程及空刀轨，合并及优化加工刀轨，可以有效缩短加工时间，提高加工效率。

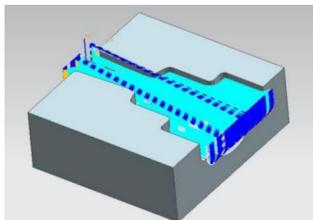
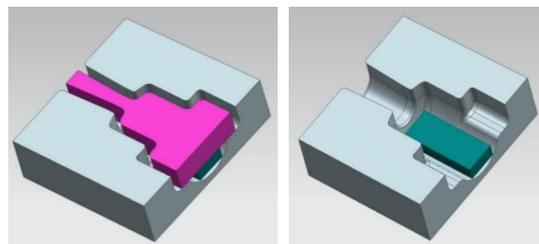


图 3 三维软件生成的粗、精加工刀轨

为有效消除空刀轨及多余刀轨，将复杂型腔分成上下两部分，分别建立 2 个粗加工模型及区域，这 2 个区域采用

人工编程及层铣方式，消除多余刀轨，减少空刀轨，将斜向及圆弧走刀改为直线走刀缩短刀轨长度^[3]。粗加工人工编程如图 4 所示，三维软件生成的粗加工单层刀轨如图 5 所示，人工用 CAD 二维软件绘制的粗加工单层刀轨如图 6 所示。

可以减少多余刀轨、空刀轨、圆弧刀轨，缩短刀轨长度，提高加工效率。三维软件生成周边精加工刀轨进行最终精加工如图 7 所示。



(a) 上层区域 (b) 下层区域

图 4 粗加工人工编程

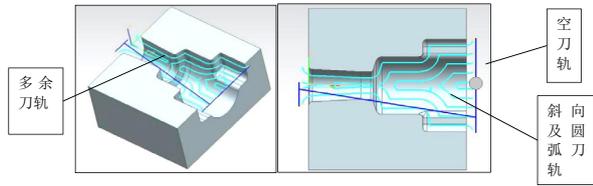


图5 三维软件生成的粗加工单层刀轨

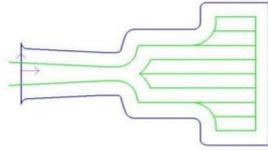


图6 人工用CAD二维软件绘制的粗加工单层刀轨

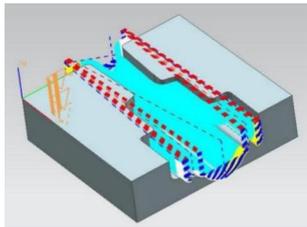


图7 三维软件生成周边精加工刀轨进行最终精加工

经分析、测量、计算、对比，粗加工时每层人工编程刀轨长度和三维软件编程刀轨长度相比，以及实际加工时间测量，人工编程的刀轨比三维软件编程的刀轨，加工时间可减少10%~15%。

由于粗加工时每层切削深度0.5mm，总加工深度在130~160mm左右，切削层数量多达260~320层，每一层缩短10~20s的加工时间，加工总时间节省相当可观，因此粗加工采用人工编程可以有效提高加工效率^[4]。

2.4 切削参数优化，包括转速、铣削深度、铣削宽度、进给量等

经过多次不同切削参数试验，对比加工效率、刀具寿命、刀具切削振动等加工状况，对于山高凸三角高进给铣刀及泰珂洛四方形高进给铣刀，找到一组在BT40主轴机床上较为合理的切削参数：加工深度≤80mm时铣削深度0.65~0.7mm，铣削宽度24~25mm，进给量4600~5000mm/min，提高加工效率58%；加工深度≥80mm时铣削深度0.5~0.55mm，铣削宽度21~22mm，进给量4400~4700mm/min，提高加工效率29%，总体加工效率得到较大提高。

2.5 采用分层铣削方式，可以有效针对不同刀具悬伸长度，采用不同的切削参数，最大限度地提高不同深度的加工效率

深度≤80mm采用标准铣刀头，深度≥80mm中间增加刀具加长杆，这样可以在80mm加工深度内，采用较高的切削参数提高加工效率，有效避免刀具过长、刚性低导致的铣削振动大、加工效率低等问题，提高切削参数及加工效率^[5]。数控铣削刀具如图8所示。



(a) 深度≤80mm采用 (b) 深度≥80mm增加刀具加长杆标准铣刀

图8 数控铣削刀具

3 加工效果实际验证

经过上述5个方面的优化措施，完成联接座类零件的高效率加工优化研究，经实测加工时间，优化前为3小时56分，优化为2小时49分，单件缩短加工时间67分钟，加工效率提高28.4%，优化后的加工见图9。



图9 联接座类零件

4 总结及经济效益

①联接座类零件的高效加工工艺研究，先后经历5个方面不断改进及优化，最终较大地提高了加工效率，平均加工效率提高25%~30%，较好地达到了提高加工效率、降低了生产成本要求，单台机床每班从只能加工1.5~2件，提高到2.5~3件，较好地解决了生产瓶颈问题。

②节省实际加工时间，降低生产成本：优化后单件平均缩短加工时间60~70min，按每年400件计算，每年可节省加工费用2.2万元。

③较大节省刀具费用：优化前使用φ32山高长方形刀片立铣刀（每组4刀片，每片2刀尖，80元/片），每组刀片干1个零件；优化后采用山高凸三角高进给铣刀（每组3刀片，每片3刀尖，110元/片），每组刀片干2.5~3个工件，按每年加工400件计算，每年可节约刀具费用约7.5万元。

参考文献

- [1] 唐民. 煤矿带式输送机设计与制造[M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 2013.
- [2] 徐灏. 机械设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [3] 翟瑞波. 数控加工工艺与编程[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2021.
- [4] 张彦青. UGNX6.0中文版基础教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010.
- [5] 尹成湖. 机械切削加工常用基础知识手册[M]. 北京: 科学出版社, 2008.

Thinking of Digital Manufacturing Technology in Automobile Quality Management

Bin Zong

Minshi Group, Jiaxing, Zhejiang, 314000, China

Abstract

Under the support of modern information technology, digital manufacturing technology in automobile manufacturing, quality control has played an important role, can be under the joint application of computer technology, automobile production of each link simulation, online analysis and inspection, timely discover the potential quality in automobile production, and put forward targeted measures, and continuous optimization and improve the automobile design, production scheme, strengthen the automobile quality control, reduce the production cost, increase enterprise economic benefit. This paper mainly on digital manufacturing technology in the automobile quality management practice should be analyzed, to improve the quality of automobile production, ensure the stability and safety, strengthen the use experience of people, and can control the production cost, help enterprises to form a good market image, promote the long-term development of automobile enterprises.

Keywords

digital manufacturing technology; automobile; quality management

数字化制造技术在汽车质量管理中的应用思考

宗斌

敏实集团, 中国·浙江 嘉兴 314000

摘要

在现代化信息技术支持下, 数字化制造技术在汽车生产制造、质量管控中发挥了重要作用, 可以在计算机等技术的联合应用下, 对汽车生产各个环节进行仿真模拟, 在线分析和检验, 及时发现汽车生产中潜在的质量隐患, 并提出针对性的应对措施, 进而持续性优化和完善汽车设计、生产方案, 强化汽车质量把控, 减少生产成本, 增加企业经济效益。论文主要对数字化制造技术在汽车质量管理中的应用实践进行分析, 从而有效提升汽车生产质量, 保障汽车产品性能稳定性和安全性, 强化人们的使用体验, 并能够控制生产成本, 助力企业形成良好的市场形象, 促进汽车企业的长远发展。

关键词

数字化制造技术; 汽车; 质量管理

1 引言

数字化制造技术在汽车生产制造中的有效性应用, 能够通过仿真模拟汽车生产全过程, 并在计算机技术支持下在线分析和检验汽车生产质量, 实现各个生产环节细节的有效把控, 并及时发现可能存在的质量问题, 进而持续性优化汽车生产、装配方案, 保障汽车运行安全性和性能稳定性, 真正实现汽车质量管理的数字化、信息化、智能化发展。

2 数字化制造技术分析

数字化制造技术是在计算机技术支持下, 对汽车制造过程进行数字化编程、自动化控制、仿真模拟等, 进而简化生产流程, 促进整体制造生产过程的安全性和快捷性。通过

数字化仿真模拟汽车生产制造过程, 既可以精准把控各个生产细节, 同时还能够自动发现、自动修补生产中的漏洞问题, 保障汽车生产质量的提高。通过数字化制造技术能够节约材料使用量, 减少制造生产成本, 且压缩数字空间, 强化产品质量检验结果的准确性, 同时还能够及时发现汽车生产制造中的问题, 第一时间采取合理措施进行处理, 保障生产制造安全进行。在汽车生产制造和质量管理中, 数字化制造技术流程主要体现在: 获取汽车产品数据, 并获得工装工具、汽车生产部门的各类数据, 结合以上数据分析结果, 科学规划汽车制造工艺和流程, 做好汽车制造全过程的仿真模拟, 然后进行客户化输出工作, 进一步强化客户体验感。图1为数字化工厂在汽车生产制造中的工作流程图。

【作者简介】宗斌(1986-), 男, 中国山东济宁人, 本科, 从事汽车零部件制造全面质量管理研究。

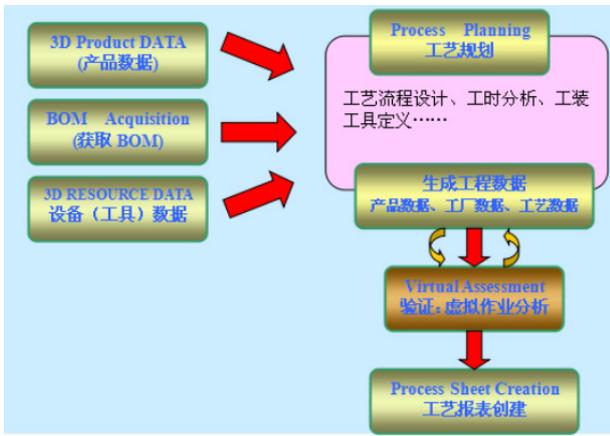


图 1 “数字化工厂” 工作流程图

3 数字化制造技术在汽车研发制造中的实践应用

3.1 冲压

在汽车磨具冲压阶段，需要利用数字化工厂仿真模拟冲压磨具，实现冲床各种动态力的数字化分析，做好动作运

行矢量、工艺流程分析工作，从而科学精准验证汽车设计、生产过程的合理性与科学性。在具体应用中，需要通过数字化制造技术进行 3D 模拟，模拟前期设计进行检测，并利用专业软件开展动力学优化工作，保障产品设计与工艺设计的协同性开展。通过这种方式能够保障汽车设计的持续性完善和优化，第一时间发现设计问题并纠正，进而突出体现汽车设计的立体化、直观化，实现不同工种之间的协同合作，减少时间消耗，缩短生产周期，做好生产、设计全过程的细节把控和监督。其中，数字化工厂在汽车制造流程中的应用如图 2 所示。

3.2 白车身

白车身阶段就是对企业进行打磨、焊接环节。在此阶段，需要利用数字化制造技术对整个生产流水线进行的线上模拟，自动编号各个焊点、焊枪、机械手等，进而规范性、自动化开展流水线生产工作，自动定位各个焊点，并以此为依据自动匹配焊枪规格，保障白车身工艺流程的持续性完善和优化，减少流水线前后工序的等待时间，提升生产效率，缩短生产时间，实现汽车焊接工艺最优化。

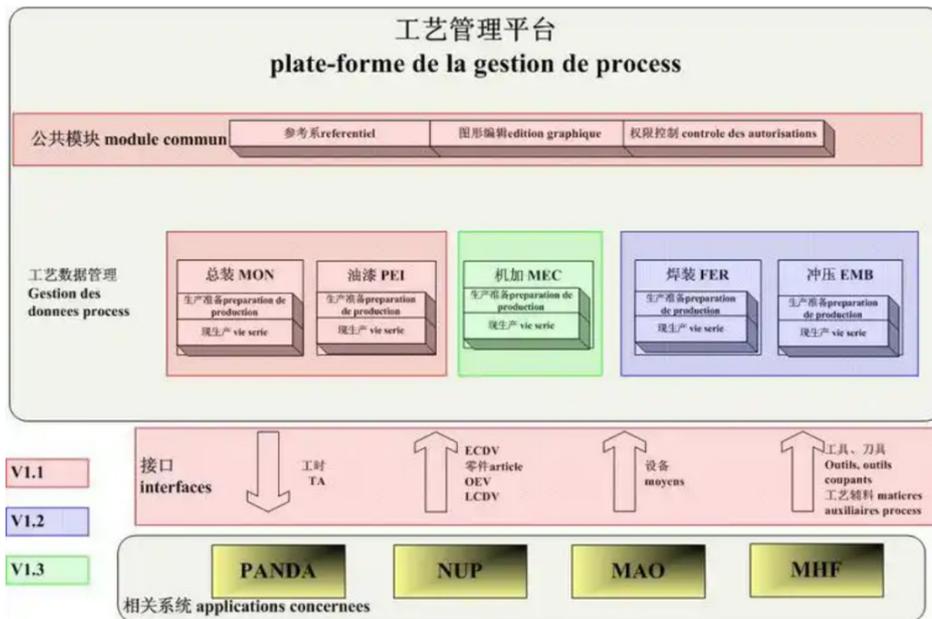


图 2 数字化工厂在汽车制造流程中的应用

3.3 涂装

在汽车制造涂装环节引入数字化制造技术，能够结合可行性分析标准，仿真模拟涂装生产线，通过把涂装线运行速度、偏离指标等数据导入系统中，实现汽车涂装作业中的各类指标进行数字化模拟，如正态分布、经验分布等，做好数据统计分析工作，结合分析结果绘制曲线图、圆饼图等，进而持续性优化涂装工艺，保障汽车生产质量。

3.4 总装

在汽车总装环节中，要利用数字化制造技术，对汽车装配流水线的设备、动作、生产速度等要素进行仿真模拟，

并在此基础上自动编辑汽车装配次序，做好各个节点编号工作，规范性提供原料、速度等数据，进而对烦琐的生产环节进行模拟分析，简化生产流程，提高生产效率。在此过程中，需要开展各种分析工作，如静态分析、动态分析、过程可行性分析等工作，自动规划生产工艺流程，实现装配次序的最优化设计，简化装配操作，减小劳动强度，缩短生产周期。此外还可以结合利用三维仿真模拟方式，做好各个工件的细节对接，实现汽车配件的科学组装，促进汽车成品的智能化测试，有效提升总装工艺方案的可行性与合理性。

4 数字化制造技术在汽车质量管理中的应用实践

当前社会经济发展迅速,人们生活质量提高,对汽车需求量日益增加,加大了汽车生产数量。基于此,要做好汽车质量监管工作,保障汽车生产质量达标,符合设计要求,才能进一步提高人们的使用体验,保障交通安全。但是汽车制造工艺较为复杂,一旦出现问题会加大汽车行驶风险,对人们生命财产安全造成威胁。因此要做好汽车质量监管工作,尤其要现代化技术进行优化应用,如数字化制造技术的应用,可以对汽车设计、中试、涂装、总装等生产环节进行信息化、自动化控制,进而提高生产效率,缩短生产工期,保障生产质量。其中常用的数字化制造设备有数控机床、坐标测量机等,能够保障汽车生产尺寸的精准性,实现质量控制最优化。

4.1 汽车设计阶段的监管营运

完善的设计工作是提高汽车产品质量的重要基础和前提,且能够提高企业生产效益,一旦设计环节出现问题,会严重影响整体汽车产品结构的稳定运行,甚至容易引起交通安全事故。在汽车产品设计环节中,需要结合目标受众的具体情况针对性设计,如目标受众的社会定位等,进而优化汽车性能稳定性设计,才能进一步提高汽车行驶安全,强化使用体验,促进汽车设计效果的最优化。因此,在汽车设计阶段,需要对现代化、数字化监管手段进行优化应用,实现整体设计环节的数字化监管,尤其要对数字化制造技术进行融合使用,进而完善设计流程;此外还需要引进数字化编程等功能,对汽车设计数据进行数字化、信息化管理,以便仿真模拟汽车设计生产运行全过程,进而结合虚拟汽车模拟运行中显露出的问题缺陷,找到错误数据,进行针对性整改,进而保障汽车设计效果,强化数字化监管的功能效用,确保汽车设计结果与市场定位需求保持一致性。

4.2 汽车制造阶段的管理营运

结合汽车设计结果进行汽车产品制造,进而提升企业社会效益和经济效益。汽车制造环节较为复杂,为了保障各个生产环节的有效衔接,保障生产制造质量,减少制造质量缺陷问题,需要充分利用数字化制造技术开展制造质量管控工作,进而保障汽车产品安全稳定运行,并辅助企业树立良好的企业形象和信誉。在汽车制造环节,数字化制造技术主要是通过 CNN 技术发挥监督和管控作用,在具体工作中需要使用 CNC 等数控加工设备,在离线状态下对汽车制造过程开展动态编程、在线质检等工作,进一步强化日常监管效果,保障汽车制造生产质量的全面提升。

4.3 汽车生产阶段的管理营运

在汽车产品生产阶段,需要对数字化制造技术进行优化应用,进一步提高汽车产品质量。在汽车生产环节中,需要利用数字化技术对生产过程中的各种数据进行全方位、动态化跟踪监测,及时发现生产制造中的缺陷问题,并第一时

间进行应对措施,严格把控汽车生产质量,持续性完善汽车产品质量,有效控制汽车生产成本,增加企业经济效益,为企业行业的持续发展创建良好条件。

4.4 建模技术的应用把控

数字化制造技术的应用,能够持续性完善汽车生产质量,促进整体汽车行业的可持续发展。其中建模技术与数字化制造技术的联合应用,能够在计算机技术、数字计算工具等支持下,对汽车生产链条进行全过程、动态化线上模拟,及时发现各个生产过程中的不足之处,及时提出处理措施,把质量隐患消除在摇篮里,有效控制生产成本,保障整体汽车产品质量的提高。在建模技术应用中,需要对汽车生产中的各类数据进行全面采集和整理,实现汽车生产全过程的数字化监管;然后利用计算机系统整理、分析以上数据,并以此为基础构建三维模型,通过对三维模型的分析、推导,及时发现汽车生产过程中潜在的质量问题,并及时消除,强化生产质量把控,促进生产全过程的数字化、信息化管控。结合三维模型模拟汽车生产的各个环节,能够结合实际需求数据化利用汽车配件,做好汽车性能、安装质量的综合性评估,进一步提高汽车质量和企业效益。结合三维模型数据开展汽车实际设计、生产工作,进一步优化汽车生产过程,有效控制成本,保障汽车质量,增加产品市场占有率,促进汽车行业的长远发展。

5 结语

综上所述,在汽车生产制造、质量管理工作中引入数字化制造技术,能够结合计算机技术对整体生产过程进行仿真模拟,及时发现生产问题,并进行处理,进而保障汽车生产质量,缩短生产周期,控制生产成本,保障汽车企业经济效益的增加,为整体企业行业的现代化发展创建良好条件。

参考文献

- [1] 杜孝孝,王伟,赵昱.面向智能制造的飞机数字化设计制造技术课程教学改革探索[J].高教学刊,2024,10(35):141-145.
- [2] 张宗巧,汪亚东,伊丽莉,等.基于数字化制造技术的汽车生产线车身滑撬设计[J].内燃机与配件,2024(21):75-77.
- [3] 张逸平.数字化机械制造技术在汽车零部件加工工艺中的应用[J].内燃机与配件,2024(21):127-129.
- [4] 朱银忠.数字化制造技术在汽车制造中的应用研究[J].科技资讯,2024,22(20):158-160.
- [5] 王理.数字化制造技术在汽车加工工艺与工装夹具制造中的应用[J].内燃机与配件,2024(17):66-68.
- [6] 于洪峰.数字化制造技术在汽车质量管理中的应用[J].汽车测试报告,2023(8):19-21.
- [7] 徐冰,左振玉,孙晨辉,等.数字化制造技术在汽车质量管理中的应用刍议[J].汽车实用技术,2018(18):294-295+308.
- [8] 曹昱昊.数字化制造技术在汽车质量管理中的运用[J].南方农机,2017,48(18):116.