

基于多传感器融合的化工储罐安全检测技术研究

张锋 高连芬 曾玲

浙江新鸿检测技术有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i3.8810

[摘要] 化工储罐作为企业存储危险化学品的核心设备，其运行安全性直接关系企业生产经营秩序与人员财产安全。针对单一传感器检测存在的局限性，企业需依托多传感器融合技术构建全面、精准的安全检测体系。本文阐述多传感器融合技术的核心内涵与应用逻辑，分析企业在化工储罐安全检测中的现存问题，探讨多传感器融合技术在储罐安全检测中的具体应用路径，梳理技术应用中的关键要点，得出相关结论，为企业提升化工储罐安全检测水平、防范安全风险提供理论支撑与实践指引。

[关键词] 多传感器融合；化工储罐；安全检测；企业应用；风险防控

Research on Safety Inspection Technology for Chemical Storage Tanks Based on Multi-Sensor Fusion

Zhang Feng Gao Lianfen Zeng Ling

Zhejiang Xinhong Detection Technology Co., Ltd.

[Abstract] As core facilities for storing hazardous chemicals, chemical storage tanks directly impact corporate production operations and personnel property safety. To address limitations of single-sensor detection, enterprises require comprehensive safety inspection systems built on multi-sensor fusion technology. This paper elucidates the core principles and application logic of multi-sensor fusion technology, analyzes existing challenges in chemical storage tank safety inspections, explores practical implementation pathways, identifies key technical implementation points, and concludes relevant findings. The research provides theoretical support and practical guidance for enhancing chemical storage tank safety inspection capabilities and mitigating operational risks.

[Key words] Multi-sensor fusion; Chemical storage tank; Safety detection; Enterprise application; Risk prevention and control

化工行业的持续发展推动化工储罐的应用规模不断扩大，储罐存储介质多具有易燃易爆、有毒有害等特性，一旦发生泄漏、腐蚀等安全隐患，将引发严重安全事故，给企业造成巨大经济损失，甚至威胁周边生态环境与公共安全。企业作为化工储罐安全管理责任主体，始终将储罐安全检测作为安全生产工作的重中之重。当前，单一传感器检测技术已难以满足企业对储罐安全检测的全面性、精准性需求，多传感器融合技术凭借数据互补、误差修正的优势，逐渐成为企业提升储罐安全检测能力的重要手段。本文围绕多传感器融合技术在化工储罐安全检测中的应用展开深入研究，为企业优化安全检测体系、强化风险防控能力提供参考。

1 多传感器融合技术核心内涵与企业应用价值

1.1 多传感器融合技术核心内涵

多传感器融合技术是通过整合多种类型传感器的检测数据，运用特定融合算法对数据进行分析、处理与融合，实现对检测对象更全面、更精准感知的技术体系。该技术打破单一传感器的检测局限，依托不同传感器的功能互补性，弥补单一传感器在检测范围、精度、抗干扰能力等方面的不足，通过对多源数据的协同分析，提升检测结果的可靠性与全面性。企业在应用该技术时，需结合储罐安全检测的实际需求，筛选适配的传感器类型，构建科学的融合算法体系，确保检测数据的有效整合与高效利用。

1.2 企业应用多传感器融合技术的核心价值

企业应用多传感器融合技术开展化工储罐安全检测，核心

价值体现在风险防控能力的提升与生产经营稳定性的保障^[1]。化工储罐的安全隐患具有隐蔽性、突发性等特点，单一传感器检测易出现漏检、误检等问题，难以及时发现潜在安全风险。多传感器融合技术能够实现对储罐运行状态的全方位监测，精准捕捉腐蚀、泄漏、压力异常等各类安全隐患，为企业及时采取防控措施提供可靠依据，降低事故发生概率。同时，该技术能够减少人工检测的工作量，提升检测效率，降低企业安全检测成本，推动企业安全管理模式向智能化、精细化转型，助力企业实现安全生产与高效运营的协同发展。

2 企业化工储罐安全检测现存问题

2.1 检测技术单一，覆盖范围有限

当前，部分企业在化工储罐安全检测中仍依赖单一传感器检测技术，未形成多源数据协同检测的体系。不同类型的传感器仅能针对储罐某一特定参数或某一局部区域进行检测，无法实现对储罐整体运行状态的全面覆盖。这种单一检测模式易导致检测盲区的存在，一些隐蔽性较强的安全隐患难以被及时发现，随着隐患的积累，可能引发严重的安全事故，给企业带来不可挽回的损失。企业在检测技术选择上的局限性，制约了安全检测工作的全面性与有效性。

2.2 检测数据碎片化，整合利用不足

即使部分企业引入了多种类型的传感器，也存在着传感器独立运行、数据互不互通的问题，造成检测数据具有碎片化特征。企业缺少有效的数据整合机制，不能对不同传感器产生的检测数据进行协同分析和深度挖掘，使多源数据的价值不能充分发挥。碎片化的检测数据不能给企业带来全面、系统的储罐运行状态信息，企业开展安全风险评估时，不能形成科学、准确的判断，从而影响防控措施的针对性和有效性。

2.3 检测体系不完善，管理水平不足

企业在化工储罐安全检测工作中，缺少完善的检测体系支撑，检测流程不规范、检测标准不统一的问题比较突出。部分企业没有根据储罐的存储介质、运行环境等实际情况来制定个性化的检测方案，造成检测工作缺乏针对性。企业检测人员专业培训不到位，检测人员技术能力、专业水平不能满足多传感器融合检测技术应用要求，不能熟练操作相关设备和算法，影响检测工作质量与效率^[2]。另外，企业对于检测数据的存储、管理以及追溯机制不健全，不能使检测数据得到充分利用，也不能对检测过程进行全程控制。

2.4 抗干扰能力薄弱，检测精度不足

化工生产现场环境复杂，温度、湿度、电磁、粉尘等都会

对传感器的检测精度造成影响。企业所用的单一传感器抗干扰能力差，在复杂环境下容易出现检测数据偏差，造成误检、漏检等问题，不能为企业提供准确的安全检测信息。同时部分企业没有对传感器进行定期校准和维护，传感器性能逐渐下降，检测精度降低，安全风险防控难度增大。

3 基于多传感器融合的化工储罐安全检测技术应用路径

3.1 合理筛选传感器类型，构建适配的检测网络

企业在应用多传感器融合技术开展化工储罐安全检测时，要根据储罐的结构特点、存储介质特性、运行环境等合理选择传感器类型，建立全方位、多层次的检测网络。企业根据检测需求选择温度、压力、液位、腐蚀、泄漏等各个检测维度的传感器，保证检测范围可以覆盖储罐各个关键部位，消除检测盲区。企业还要重视传感器的兼容性以及稳定性，选择性能好、抗干扰能力强的传感器，保证检测数据的准确性、连续性，给多传感器融合提供高质量的数据源。

3.2 构建科学的多传感器融合算法体系

融合算法是多传感器融合技术的关键，它直接影响到检测结果的准确性和可靠性。企业要根据储罐安全检测的实际需要，创建起科学的多传感器融合算法体系，从而达成对多源检测数据的有效整合和分析。企业根据检测数据的类型和特点，选择适合的融合算法，用算法对不同的传感器检测数据进行降噪、修正、互补，消除数据偏差，提高检测结果的准确性。企业还要重视算法的优化与升级，根据技术发展动向和实际应用反馈，不断改进算法模型，提高算法的适应性、稳定性，保证算法可以满足企业对储罐安全检测的精准化要求。

3.3 搭建智能化检测数据管理平台

为解决检测数据碎片化的问题，企业要创建智能化检测数据管理平台，对多传感器检测数据进行集中存储、统一管理、高效利用。该平台应该具备数据采集、传输、分析、展示、预警等多种功能，可以将不同传感器产生的检测数据实时采集并传输到平台数据库中，通过融合算法对数据进行深度分析，生成全面、系统的储罐运行状态报告。平台还要有数据追溯功能，为企业开展安全风险评估、事故追溯提供可靠的数据支持。企业可以利用该平台对储罐的安全状态进行实时监控，及时发现异常情况并发出预警，为防控措施的及时实施争取时间^[3]。

3.4 完善检测体系，强化人员专业素养

企业要以多传感器融合技术应用为契机，完善化工储罐安全检测体系，规范检测流程，统一检测标准。企业应根据储罐

实际情况制定个性化的检测方案，确定检测内容、检测频率、检测方法等主要要素，保证检测工作的针对性和规范性。企业还要加强检测人员的专业培训，提高检测人员对多传感器融合技术、检测设备、融合算法的操作能力及理解水平，培养一批有专业素养的检测人才。另外企业要建立检测人员考核制度，用考核来督促检测人员规范操作，提高检测工作质量。

企业要建立传感器维护、校准制度，定期对传感器进行维护、检修、校准，保证传感器性能稳定、检测精度。企业应按照传感器使用说明书及运行环境的要求，制定合理的维护计划，及时清除传感器表面的粉尘、杂物，检查传感器的连接线路及运行状态，发现故障及时处理。

4 多传感器融合技术在企业化工储罐安全检测中的应用关键点

4.1 坚持需求导向，注重技术适配性

企业在使用多传感器融合技术的时候，要以需求为导向，根据自身的生产规模、储罐种类、存储介质等实际情况来选择合适的方案和设备。不同企业化工储罐安全检测需求不同，企业不能盲目跟风使用技术，而应该根据自身安全管理的痛点，有针对性地建立多传感器融合检测体系。企业还要重视技术的可操作性、可扩展性，选择易于集成、便于维护的技术和设备，为以后的技术升级、功能拓展留有空间，保证技术的应用能够长期服务于企业的安管理工作。

4.2 强化数据安全，保障数据可靠性

检测数据是企业开展安全风险评估和防控的依据，检测数据的安全性、可靠性直接影响检测工作的效果。企业要强化检测数据安全管理，健全数据安全管理制度，采取加密存储、权限控制等措施，防止数据泄露、篡改、丢失。企业还要加强对数据采集、传输、分析等各个环节的控制，保证检测数据的真实性、完整性、连续性。另外企业要定期对数据管理平台进行维护和升级，提高平台的安全性、稳定性，为检测数据的安全管理提供保障。

4.3 推动技术与管理深度融合

多传感器融合技术要得到有效的应用，就必须要有完善的管理体系来支撑。企业要推动多传感器融合技术与安管理工作深度融合，把检测技术应用到企业安全生产管理体系当中，实现检测工作同风险防控、隐患治理、应急处置等工作的协同推进。企业应建立预警机制和应急处置预案，根据检测数据反馈的异常情况，及时启动应急处置程序，最大限度地减少安全事故造成的损失^[4]。企业还要加强各部门之间的协同配合，明

确各部门在检测工作中的职责，形成工作合力，提高安管理工作的整体效能。

4.4 注重技术创新与升级

随着化工行业的不断发展与技术的持续进步，企业对化工储罐安全检测的要求也在不断提高。企业需注重多传感器融合技术的创新与升级，密切关注行业技术发展趋势，积极引入先进的传感器设备、融合算法与管理理念，不断优化检测体系，提升检测能力。企业可加强与科研机构、高校的合作，开展技术研发与创新，针对自身检测工作中存在的问题，研发适配的技术与设备，推动多传感器融合技术在储罐安全检测中的深度应用，为企业安全生产提供更有力的技术支撑。

5 结论

化工储罐安全检测是企业安全生产管理的核心环节，多传感器融合技术为企业提升储罐安全检测水平提供了有效路径。该技术通过整合多源检测数据，弥补了单一传感器检测的局限性，能够实现对储罐运行状态的全面、精准监测。企业应用多传感器融合技术，需解决检测技术单一、数据碎片化、体系不完善等问题，通过合理筛选传感器、构建科学融合算法、搭建智能化数据管理平台、完善检测体系等措施，充分发挥技术优势。实践表明，多传感器融合技术能够有效提升企业储罐安全检测的精度与效率，强化企业风险防控能力，推动企业实现安全生产与可持续发展。

[参考文献]

- [1]毕延帅. 基于多传感器融合的化工反应釜安全预警系统设计分析[J]. 仪器仪表用户, 2026, 33(02): 46-48+51.
- [2]高进浩, 张婷婷, 金辰浩, 等. 基于多传感器集成和多模态融合的AR智能头盔设计[J]. 河南科技, 2025, 52(18): 31-37.
- [3]金好宸. 多传感器数据融合的离心机转速智能调节策略优化[J]. 产业创新研究, 2025, (14): 93-95.
- [4]孙佳豪. 基于多传感器融合的化工厂智能网关研究与实现[D]. 淮阴工学院, 2025.

作者简介：张锋，出生年月：1988-11-16，男，汉族，籍贯：浙江嘉兴，学历：本科，现有职称：中级工程师，研究方向：化工安全；

高连芬，出生年月：1989-11-22，女，汉族，籍贯：浙江杭州，学历：本科，现有职称：中级工程师，研究方向：化学分析；

曾玲，出生年月：1993-7-25，女，汉族，籍贯：重庆，学历：本科，现有职称：中级工程师，研究方向：化工安全。