

化工企业压力管道检验周期的模糊决策优化研究

周 涛

江苏省特种设备安全监督检验研究院徐州分院 江苏 徐州 221000

摘 要：化工企业压力管道作为输送流体介质的关键设备，其安全性直接关系到企业的生产运行和人员安全。针对当前压力管道检验周期不合理、标准不统一、数据不全面等问题，本文引入模糊决策理论，旨在优化检验周期。通过对压力管道材料、运行环境、历史数据等因素的模糊化处理，构建模糊决策模型，实现检验周期的个性化定制。该优化方法提高了检验的针对性和效率，为化工企业的安全生产提供了有力保障。

关键词：化工企业；压力管道检验周期；模糊决策优化

引言：化工企业压力管道作为生产系统中的关键组成部分，承担着输送各类流体介质的重要任务，其安全性直接关系到企业的稳定运行和员工的生命安全。然而，传统的压力管道检验周期确定方法往往基于经验或固定规范，缺乏对不同管道实际运行状况的充分考虑，导致检验频率过高或过低，资源浪费与安全隐患并存。鉴于此，本研究引入模糊决策理论，旨在通过分析管道的多方面影响因素，构建更为科学合理的检验周期确定模型，以优化检验流程，提升化工企业的安全管理水平。

1 化工企业压力管道检验概述

1.1 压力管道的定义与分类

压力管道是指利用一定的压力，用于输送气体或液体的管状设备。在化工企业中，这些管道承载着各种流体介质，包括气体、液化气体、蒸汽以及可燃、易爆、有毒、有腐蚀性的液体等。压力管道按照其设计压力、工作温度、介质特性及重要性等因素，可以分为不同的类别，如A级、B级、C级和D级等，以便进行更为精准的管理和检验。

1.2 压力管道检验的主要内容和方法

（1）外观检查：通过目视或借助简单工具，对管道的表面缺陷、腐蚀情况、焊缝质量等进行检查。这一过程能够初步发现管道的潜在问题，为后续检验提供依据。（2）无损检测：利用射线、超声、红外、电磁等原理，对管道进行不损害其使用性能的缺陷检测。无损检测能够发现管道内部的裂纹、夹渣、气孔等缺陷，对于评估管道的完整性至关重要。（3）压力试验：通过向管道内充入介质并加压，检验管道在特定压力下的结构强度和密封性能。压力试验包括水压试验和气密性试验等，是验证管道安全性的重要手段。

1.3 当前化工企业压力管道检验中存在的问题

（1）检验周期不合理：部分化工企业对于不同类

别、不同使用环境的压力管道采用统一的检验周期，导致检验频率过高或过低，既浪费了资源又可能遗漏安全隐患。（2）检验标准不统一：不同地区、不同企业甚至同一企业的不同项目在压力管道检验上采用的标准存在差异，使得检验结果难以比较和评估，给安全管理带来了困难。（3）检验数据不全面：部分检验人员在记录和分析数据时存在疏漏，导致检验报告不完整，难以准确反映管道的实际状况。此外，一些企业对于检验数据的保存和管理也不够重视，给后续的安全评估和隐患排查带来了障碍。

2 模糊决策理论及其在化工企业中的应用

2.1 模糊决策的基本概念

（1）模糊集合与模糊数。模糊集合是模糊决策的基础，它允许元素以一定的隶属度属于集合，而非传统集合中的绝对属于或绝对不属于。这种隶属度的概念使得模糊集合能够描述现实世界中的许多不确定性现象。模糊数则是模糊集合在数值上的延伸，用于表示具有模糊性的数量或测量值。（2）模糊逻辑与模糊推理。模糊逻辑是处理模糊性信息的推理机制，它基于模糊集合和模糊规则进行推理。模糊推理通过定义一系列模糊规则和条件语句，根据输入信息的模糊性来推断输出结果。这种推理方式能够处理具有不确定性和模糊性的复杂决策问题，为决策制定提供更为灵活和智能的支持。

2.2 模糊决策在化工领域的应用现状

（1）模糊控制在化工过程中的应用。模糊控制是一种智能控制方法，它利用模糊逻辑和模糊集合对化工过程中的不确定性信息进行建模和控制。在化工过程中，许多变量之间的关系复杂且难以精确建模，如温度、压力、流量等参数对产品质量的影响。模糊控制通过定义模糊规则和条件语句，能够根据这些模糊信息做出合理的控制决策，从而提高化工过程的稳定性和产品质量^[1]。

(2) 模糊评价在化工产品质量评估中的应用。模糊评价是一种基于模糊集合和模糊逻辑的综合评价方法,它能够对多个因素进行综合评估,并给出具有模糊性的评价结果。在化工产品质量评估中,模糊评价能够考虑多个影响因素,如原料质量、生产工艺、设备状况等,并根据这些因素的模糊性给出产品质量的综合评价。这种方法能够更全面地反映产品质量的不确定性,为产品质量的改进提供有力的支持。

2.3 模糊决策在化工企业压力管道检验中的应用前景

(1) 确定检验周期的优化方法。传统的压力管道检验周期往往基于经验或固定规范,缺乏对不同管道实际状况的考虑。模糊决策可以通过分析管道的使用环境、历史检验数据等因素,建立模糊规则和条件语句,从而确定更为合理的检验周期。这种方法能够充分考虑管道的不确定性因素,提高检验的针对性和效率。(2) 评估检验结果的可靠性。模糊决策还可以用于评估压力管道检验结果的可靠性。通过定义模糊集合和隶属函数,对检验结果进行模糊化处理,并结合专家经验和历史数据进行分析,可以得出检验结果的可靠性评价。这种方法能够更全面地考虑检验结果的不确定性,为决策制定提供更为准确的依据。

3 化工企业压力管道检验周期的模糊决策优化方法

3.1 检验周期确定的影响因素分析

(1) 压力管道的材料与结构。管道的材料和结构设计是其耐久性和安全性的基石。不同材料和结构的管道对外部环境的适应性、对腐蚀和磨损的抵抗力各不相同。例如,某些特殊合金材料虽然成本高,但具有出色的耐腐蚀性能,而一些普通钢材则可能在恶劣环境中迅速劣化。因此,在确定检验周期时,必须充分考虑管道的材料特性和结构设计,以确保检验周期的合理性。

(2) 运行环境与条件。运行环境对管道的影响同样不可忽视。温度、压力、介质特性等运行环境因素均会影响管道的安全性能。高温高压环境可能加速管道材料的蠕变和疲劳,而腐蚀性介质则可能导致管道壁厚减薄甚至穿孔。因此,检验周期的确定需紧密结合管道的实际运行环境,对潜在风险进行全面评估^[2]。

(3) 历史检验数据与记录。历史检验数据是制定未来检验计划的重要参考。通过分析过去的检验记录,我们可以了解管道在不同时期的运行状况和缺陷发展趋势。这些数据不仅有助于识别管道的常见缺陷类型和潜在失效模式,还能为制定更为精准的检验周期提供依据。例如,若历史数据表明某段管道在特定时间段内缺陷发展迅速,则应适当缩短该段管道的检验周期。

3.2 模糊决策模型的构建

(1) 确定模糊集合与隶属函数。首先,我们定义与检验周期相关的模糊集合,如“管道材料性能”、“运行环境恶劣程度”、“历史缺陷等级”等。这些集合用于描述影响检验周期的各种不确定性因素。随后,为每个模糊集合设定隶属函数,以量化元素属于集合的程度。隶属函数的形状和参数需基于实际数据和专家经验进行设定,确保能够准确反映各因素对检验周期的影响程度。(2) 建立模糊推理规则。模糊推理规则是模糊决策模型的核心,它描述了不同因素如何共同作用以决定检验周期。规则的制定应基于管道材料、运行环境、历史数据等因素之间的逻辑关系,以及专家经验和行业标准。例如,我们可以设定如下规则:“若管道材料性能较差且运行环境恶劣,则检验周期应适当缩短;若历史数据表明管道缺陷发展迅速,则应增加检验频次。”

3.3 优化检验周期的具体步骤

(1) 收集与分析数据。全面收集与管道检验周期相关的数据,包括管道材料特性、结构设计、运行环境参数、历史检验记录等。对这些数据进行预处理和分析,提取出对检验周期有重要影响的关键因素。这一步骤是构建模糊决策模型的基础,数据的质量和完整性直接关系到模型的准确性和可靠性。(2) 应用模糊决策模型进行推理。将收集到的数据输入模糊决策模型,根据建立的模糊推理规则进行推理。模型将输出一个模糊集合,表示可能的检验周期范围。为便于实际操作,我们可以利用去模糊化方法(如重心法、最大隶属度法等)将这个模糊集合转化为一个具体的检验周期值。这一步骤实现了从不确定性信息到确定性决策的转化^[3]。(3) 确定最优检验周期。结合企业的实际需求和安全标准,从推理结果中选择一个最优的检验周期。这个周期应既能确保管道的安全运行,又能兼顾企业的经济效益。在确定检验周期后,我们还需制定相应的检验计划和应急预案,以确保在检验周期内对管道进行有效监控和及时处理潜在缺陷。同时,随着管道运行状况的变化和新技术的发展,我们需定期对模糊决策模型进行更新和验证,以确保其能够适应新的环境和条件。

4 化工企业压力管道检验周期的模糊决策优化策略与建议

4.1 完善检验标准与规范

(1) 结合模糊决策优化结果,修订检验标准。检验标准是指导检验工作的纲领性文件,其科学性与合理性直接影响检验效果。传统检验标准往往基于固定的周期或固定的缺陷等级判定,忽略了管道运行环境的多样

性和动态性。因此,建议结合模糊决策优化结果,对检验标准进行修订。模糊决策能够综合考虑管道材料、结构、运行环境、历史数据等多因素,为不同管道定制个性化的检验周期。修订后的检验标准应更具灵活性,能够根据管道的实际状况和风险等级,动态调整检验周期,既确保安全,又兼顾效率。(2)加强检验人员的培训与考核。检验人员是执行检验标准的关键。他们的专业水平和操作技能直接影响检验结果的准确性和可靠性。因此,应加强对检验人员的培训,不仅包括专业技能的提升,还应涵盖模糊决策理论的学习,使他们能够理解并应用模糊决策方法。同时,建立完善的考核机制,定期对检验人员的专业技能、工作态度和检验结果进行综合评价,确保检验工作的高质量完成。

4.2 加强检验数据的收集与管理

(1)建立完善的检验数据库。检验数据是优化检验周期的重要依据。建立完善的检验数据库,实现检验数据的电子化存储与管理,是提升数据利用效率的关键。数据库应包含管道的基本信息、历次检验结果、缺陷记录、处理措施及修复效果等信息。通过数据库的建立,可以实现对管道历史检验数据的全面回溯,为模糊决策模型提供丰富的数据支持。(2)定期对检验数据进行更新与分析。数据的时效性对于模糊决策至关重要。应定期对检验数据进行更新,确保数据的实时性和准确性。同时,利用数据挖掘和分析技术,对历史数据进行深入分析,揭示管道缺陷的发展趋势和潜在风险,为优化检验周期提供科学依据。此外,还应建立数据反馈机制,将分析结果及时反馈给检验人员和管理层,促进检验策略的持续优化。

4.3 提升检验技术水平与装备

(1)引进先进的检验技术与装备。随着科技的进步,新型的检验技术和装备不断涌现,如超声导波检测、远程在线监测等,这些技术具有检测效率高、准确性高、对管道运行影响小等优点。化工企业应积极引进这些先进技术,提升检验效率和准确性。同时,鼓励检验人员学习和掌握新技术,提升他们的专业技能。(2)加强检验技术的研发与创新。除了引进先进技术外,还

应加强自主研发与创新,针对化工企业压力管道的特定需求,开发适合的检测技术和装备。这不仅有助于提升企业的核心竞争力,还能更好地满足安全生产的需求。建议设立专门的研发团队,加强与科研机构、高校的合作,共同推动检验技术的进步^[4]。

4.4 建立健全责任追究制度

(1)明确检验责任主体与职责范围。责任追究制度是确保检验工作有效执行的重要保障。应明确检验责任主体和职责范围,确保每个环节都有人负责,避免出现责任不清、推诿扯皮的现象。同时,建立检验工作流程图,明确检验工作的各个环节和步骤,以及各环节的负责人和完成时间,确保检验工作的有序进行。(2)对检验失职行为进行严厉追责。对于检验过程中出现的失职行为,如未按标准执行检验、隐瞒或伪造检验结果等,应建立严厉的追责机制。这不仅可以维护检验工作的严肃性和权威性,还能有效遏制检验中的违规行为。建议设立专门的监督机构,对检验工作进行定期或不定期的监督检查,发现问题及时整改,对失职人员进行严肃处理。

结束语

本文通过引入模糊决策理论,成功优化了化工企业压力管道的检验周期,实现了对不同管道运行状态的精准评估与周期设定。这不仅提高了检验的针对性和资源利用效率,还为化工企业的安全生产提供了有力保障。未来,我们将继续深化模糊决策模型的应用,加强数据收集与分析,推动检验技术的不断创新,以期进一步提升化工企业压力管道管理的智能化与科学化水平。

参考文献

- [1]张小春.钢衬聚四氟乙烯压力管道定期检验策略和方法探讨[J].中国特种设备安全,2023,(06):54-55.
- [2]李家雄.煤化工压力管道定期检验中壁厚测定工艺要点探讨[J].石化技术,2023,(07):72-73.
- [3]赵莹莹;赵斌.基于三角模糊数学与事故树分析法的压力管道爆炸研究[J].辽宁石油化工大学学报,2020,(11):116-117.
- [4]陈敏,王肖逸,卢俊文.氨制冷压力管道检验难点及在线检验技术研究[J].管道技术与设备,2022,(04):39-40.