

# 浅谈压力管道及堵漏技术

赵妍妍

江苏省特种设备安全监督检验研究院, 江苏 镇江 212000

**[摘要]**在当代工业活动中,承受压力的管道系统发挥着不可或缺的作用。其在石油工业、化学行业、水资源供应以及气体输送等多个行业领域内有着广泛的应用。长时间的运行及环境因素影响下,压力管道可能出现泄漏或损坏现象,进而引起资源的无效损耗与环境污染问题。特别专注于压力管道泄漏修复技术的研究,具有显著的重要性。文章首先探讨了压力管道的定义和分类,接着分析了压力管道泄漏的常见原因及其对生产安全和环境的影响。然后,重点介绍了多种有效的堵漏技术,包括机械堵漏、化学堵漏和现场修复技术等,评估了不同技术的适用场景和效果。最后,提出了未来在压力管道堵漏技术研究中的发展趋势与建议,以提高管道的安全性和可靠性。

**[关键词]**压力管道;堵漏技术;泄漏原因;机械堵漏;化学堵漏;现场修复

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14808

中图分类号: TQ055.81

文献标识码: A

## Brief Discussion on Pressure Pipelines and Leak Sealing Technology

ZHAO Yanyan

Special Equipment Safety Supervision Inspection Institute of Jiangsu Province, Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

**Abstract:** In contemporary industrial activities, pressure bearing pipeline systems play an indispensable role. It has a wide range of applications in various industries such as petroleum industry, chemical industry, water resource supply, and gas transportation. Under long-term operation and environmental factors, pressure pipelines may experience leakage or damage, leading to ineffective resource depletion and environmental pollution problems. Special focus on the research of pressure pipeline leak repair technology is of significant importance. The article first explores the definition and classification of pressure pipelines, and then analyzes the common causes of pressure pipeline leaks and their impact on production safety and the environment. Then, various effective leak sealing techniques were introduced, including mechanical leak sealing, chemical leak sealing, and on-site repair techniques, and the applicable scenarios and effects of different techniques were evaluated. Finally, the development trends and suggestions for future research on pressure pipeline leak prevention technology were proposed to improve the safety and reliability of pipelines.

**Keywords:** pressure pipeline; leak sealing technology; reasons for leakage; mechanical plugging; chemical plugging; on-site repair

### 引言

在现代社会,压力管道是实现资源传输与分配的重要基础设施,其安全运行对工业生产、资源利用及环境保护具有重要影响。随着经济的不断发展,压力管道的使用范围和数量也在不断增加<sup>[1]</sup>。然而,管道在长期使用过程中,由于材料老化、外部环境影响以及操作不当等因素,泄漏问题时有发生,造成了重大经济损失和环境污染。因此,对压力管道的安全性进行全面评估与管理,并研究有效的堵漏技术,已成为亟待解决的课题。

### 1 压力管道概述

压力管道是用来输送气体、液体或蒸汽等介质的管道,在其内部介质压力作用下,对其设计、建造及运行安全性提出较高要求。在石油、天然气、化工、电力等多个行业中,广泛采用了一种称为管道的设施,它是现代工业生产的关键要素之一。介质类型的差异将压力管道划分为气体和液体两类,其应用范围广泛,涉及供水、燃气输送、油气运输等多个领域。涉及管道系统的安全运作,各国和地区制订了一系列详尽的规范与准则,涵盖了材料选取、管

道布局设计、建设施工技术以及工程验收的准绳。压力管道在长期运行时,可能会受到外部环境的作用、材料老化、腐蚀以及机械损伤等多重因素影响,进而导致管道泄漏或破损。这样的情况不仅会对生产安全带来威胁,还可能引发环境污染造成经济损失<sup>[2]</sup>。

针对压力管道,定期执行检测和维护作业,是确保其正常运行的必要措施。科技的进步使得诸多监测与检测技术,例如智能监测和物联网技术,被广泛应用于压力管道的管理。采用这些创新技术,不仅确保了管道系统的安全运作,而且为管理层面带来了前所未有的高效策略。在工业领域,压力管道作为核心构件,其设计的合理性与管理的科学性对工业生产的安全和经济效益起着决定性作用。因此,对压力管道的特性进行深入研究,以及探索其管理技术,无论在理论层面还是实际应用中,都具有不容忽视的重要性。

### 2 压力管道泄漏的原因

压力管道的泄漏是影响其安全运行的重要问题,其原因可归结为多个方面。材料的质量是导致泄漏的重要因素

之一。压力管道通常由金属材料如碳钢、不锈钢或合金钢制成，若在生产过程中使用了劣质材料，或者材料本身存在缺陷（如气孔、夹杂物等），就容易在运行中因承受的内外压力和温度变化而导致泄漏。此外，管道的老化与腐蚀也是造成泄漏的常见原因。随着时间的推移，管道材料会受到氧化、酸碱性物质、微生物等因素的影响，发生化学反应，从而导致腐蚀，最终形成漏点。特别是在一些腐蚀性介质的输送过程中，腐蚀现象更加明显，极大地缩短了管道的使用寿命。管道的设计与施工质量也对泄漏的发生有重要影响。若设计时未充分考虑管道所处环境的特殊性（如温度、压力、地质条件等），可能导致管道在使用过程中承受超出设计标准的应力，进而引发泄漏<sup>[3]</sup>。

压力管道在运行过程中的维护管理，是影响其泄漏与否的关键要素。管路在压力和温度波动的影响下，会发生热胀冷缩的现象，倘若缺乏适当的支架与固定，则会面临弯曲、形变，甚至断裂的风险。例如，若对阀门进行快速开启或关闭，或是管道承受超压，均可能引发泄漏事件，由于未能周期性地进行检查与保养，早期损害未能得到及时识别，最终导致了严重的泄漏事件的发生。压力管道，常埋于地下或隐藏于不易察觉之地，稳定性可能受到诸如地震、土壤移动、施工干扰等外部环境因素的影响，进而可能导致泄漏现象。压力管道泄漏事件中，环境因素的影响同样不容小觑，温度和湿度的变动会对管道材料的物理属性产生影响。尤其在极端天气条件下，管道可能因材料变脆而面临泄漏风险的增加。管道可能因外部污染物侵入而加速腐蚀，进而引发泄漏问题，为确保压力管道运行安全，需全面考虑材料选择、设计施工质量、规范操作管理及环境因素，并实施有效的监测与维护策略。

### 3 压力管道堵漏技术

#### 3.1 机械堵漏技术

作为一种针对压力管道泄漏问题的高效修复手段，机械堵漏技术在石油、天然气、化工等诸多工业领域中占据了至关重要的地位，其适用范围极为广泛。利用一种特定技术，配合精心设计的机械构件与特定材料，能迅速且高效地堵塞管道漏洞，保障整个系统运作无虞。机械堵漏技术的关键在于其独到的结构布局与施工方法，它能在不停用或拆解管道的前提下，直接在现场完成修复工作，从而显著提升作业的灵活性和效率。采用外部机械设备对泄漏处施加压力，借助于弹性或塑性形变，实现对泄漏点的封闭，这是机械堵漏技术的基本原理。例如，涉及堵漏操作的机械设备，常见类型有堵漏带、堵漏器以及夹紧装置等。这些机械堵漏装置一般采用高强度材料制成，以便在高压环境下有效发挥其功能。在处理泄漏时，通常利用堵漏带环绕于泄漏点，并通过机械固定装置实现密封，构造出一个闭合环境，以此避免流体流失。堵漏器通过对管道内施加压力，使其与管道壁紧密贴合，达到封闭的效果，利用这些设备，不仅能有效避免物质外泄，同时还能减轻由此

引发的经济损失与环境污染问题<sup>[4]</sup>。

机械堵漏技术的实施过程相对简单，适合于多种类型的管道系统。施工人员只需对泄漏部位进行必要的清理和准备工作，然后选择合适的堵漏装置，按照操作规程进行安装。在实际操作中，针对不同的泄漏情况，可以选择不同的堵漏材料和方法。例如，对于金属管道的泄漏，可以使用金属堵漏器，而对于塑料管道，则可选用专用的堵漏胶。这种灵活性使得机械堵漏技术能够广泛应用于各类管道的维护和修复，极大地提升了管道系统的可靠性。在技术的持续发展中，机械堵漏技术也在不断创新，越来越多的新型材料和设计方案被引入。这些新材料不仅具备更强的耐腐蚀性和耐高温性，还能够有效适应不同管道环境的变化。例如，采用复合材料和高性能橡胶制成的堵漏装置，能够在更高的压力和温度下保持良好的密封效果。

在机械堵漏技术领域，其实践运用遭遇了若干难题与考验，管道的损坏严重性直接影响堵漏技术的实际成效，依赖单一的机械堵漏方法未必能在这种情况下取得预期的修复效果。施工质量的保证，在很大程度上取决于技术工人对堵漏工艺的掌握程度，以及他们累积的工作经验，而专业化的培训和精准的指导，则是达成高效堵漏作业不可或缺的条件。为了促进机械堵漏技术的广泛应用，关键在于提升专业人员的技能水平，并且细化相关的技术规范与操作流程。压力管道修复领域中，机械堵漏技术以其快速和高效特性，显著降低了由泄漏事件引起的经济损失与环境风险，技术的持续发展推动着机械堵漏技术在众多领域内的广泛应用，这为管道系统提供了坚实的保障，确保了其安全稳定运行。

#### 3.2 化学堵漏技术

针对压力管道泄漏问题，化学堵漏技术提供了一种创新的修复策略，该技术在石油、天然气和化工行业得到了广泛的应用。本方法基于特定化合物的属性，通过其化学或物理行为，快速封闭管道破损处，从而保障管道结构的完整与安全。该技术能在管道泄漏修复领域发挥重要作用，它不仅能够迅速处理泄漏，而且操作便捷。化学堵漏技术的本质，在于特定化学材料的精准运用，在化学堵漏领域，聚氨酯、环氧树脂以及聚合物是常见的材料选择，它们因其卓越的粘接和密封特性而被广泛应用。当它们遭遇管道内的流体时，可迅速凝结，构筑起一道坚固的屏障，有效遏制流体的进一步外泄。此类化学品具备抵抗腐蚀与高温的特性，因此在多样工作条件下均能维持其性能，从而显著增加持久性修复的功效。例如，在高压和高温环境下，弹性和耐候性优异的聚氨酯材料常常被选用作管道系统的材料；而环氧树脂，凭借其出色的黏合能力，能妥善解决金属和非金属管道的泄漏问题<sup>[5]</sup>。

施用简易的化学堵漏技术，能适应众多管道系统的修复需求。施工人员在处理泄漏问题时，首先应对泄漏部位进行彻底的清理，以保证其表面干燥且清洁。先将特定的

化学堵漏剂涂抹或灌注至泄漏部位,待该材料固化后,便能构建出一个稳固的封闭体系。相较于传统的机械封堵方法,化学封堵在更短时间内完成,无需对管道系统进行复杂拆卸或调整,从而极大加快了管道修复的速度和效率。化学堵漏技术能广泛应用于多种管道材料,如金属、塑料及复合材料等,极大拓展了其适用界限,运用化学堵漏技术,不仅实现了经济效益的提升,还展示了其广泛的实用价值。对快速修正泄漏问题进行处理,能够显著减少物料的浪费及环境的污染,进而缩减运营的经济负担。特别是在紧迫的情境下,较低的施工成本使得该技术能够实施,有效防止因暂停生产导致的大量经济损失。化学堵漏技术通过增强管道的安全性及稳定性,有效地确保了企业的生产流程和运营连续性<sup>[6]</sup>。

化学堵漏技术的有效性也受到一些因素的影响。化学堵漏材料的选择必须依据管道的实际工况和泄漏特点。不同的流体、压力和温度条件下,所需的堵漏材料和施工方法可能存在差异。因此,施工人员需具备相关的专业知识,以确保材料的正确选择与使用。化学堵漏的成功与否还取决于施工环境的条件,例如温度、湿度等,这些因素会影响材料的固化速度和黏结效果。因此,在施工过程中,针对具体的环境条件采取相应的调整措施是十分必要的。

### 3.3 现场修复技术

现场修复技术是应对压力管道泄漏问题的一项重要方法,主要指在泄漏发生现场采用特定的修复手段,以尽快恢复管道的正常运行。现场修复技术不仅可以减少泄漏造成的物料损失和环境污染,还能最大限度地降低停产带来的经济损失,是管道管理与维护中不可或缺的一部分。现场修复技术的实施通常分为几个步骤。第一步是泄漏点的检测与定位。通过使用专业的检测设备,如超声波探测仪、红外热像仪等,能够精准识别管道的泄漏部位及其性质。这一阶段的准确性直接关系到后续修复效果的成功与否。第二步是对泄漏点的准备工作。这包括对泄漏部位的清洗、干燥处理,确保表面光滑、无杂质,以提高后续修复材料的附着力和密封性。最后,在确认泄漏点状况后,施工人员会根据具体情况,选择合适的修复材料和技术进行现场修复<sup>[7]</sup>。

在实际操作中,涉及的修补手段多样,如采用金属片进行加固、利用聚合物粘合剂及环氧树脂等作为辅助材料,以此完成对损坏部分的恢复工作。该类物质擅长于黏合及

抵御腐蚀,对管道渗透问题有显著的封闭作用。在大范围泄漏问题上,金属补片作为解决方案,提供了坚实的物理支撑,确保了管道的结构完整性。针对局限性漏点,聚合物粘合剂与环氧树脂因其流动性及快速固化特性,能够有效迅速地构建密封屏障。合理运用特定材料,能够使得现场修复技术充分发挥作用,进而高效应对各种管道泄漏问题。现场修复技术因其灵活性,能够在多样的环境条件下得到运用。在管道系统中,施工人员可以通过冷却或加热措施,保证修复材料在适当的温度下固化,以确保高压、高温条件下的施工质量。例如,钢管、塑料管、复合管等不同类型的管道材料,均可以采用现场修复技术进行维护和修复。在进行管道维护时,施工团队依据管道的物理性质,挑选适宜的材料修复方法,以保证修复的成效及其持续性<sup>[8]</sup>。

### 4 结语

工业生产与环境保护的领域内,压力管道的安全保证是至关重要的,而采取有效的堵漏技术,则能大幅度减少由泄漏事故所引起的损害。本文针对压力管道堵漏技术进行了研究,为相关领域的深入探索和发展提供了理论依据及实践参考。

#### [参考文献]

- [1]王苏珊.石油化工压力管道安装工艺及质量控制重点[J].天津化工,2024,38(5):120-122.
- [2]崔云龙,张彬.定期检验中压力容器、管道的常见问题分析[J].中国仪器仪表,2024(8):92-96.
- [3]陈剑.在用油气压力管道漏磁内检测技术优化研究[J].全面腐蚀控制,2024,38(6):92-94.
- [4]曹遵炜,张硕,邵珊珊,等.压力管道泄漏事故应急维修装备技术进展[J].中国特种设备安全,2022,38(11):8-13.
- [5]李勇,张凯,李少华.压力管道的一种带压焊补堵漏技术[J].氮肥与合成气,2021,49(8):40-41.
- [6]曾令权,朱艳峰,王和平.压力管道漏损探测系统设计与应用[J].工业仪表与自动化装置,2021(1):64-67.
- [7]程澎.压力管道带压堵漏卡具设计改进[J].石油化工腐蚀与防护,2018,35(2):55-56.
- [8]李传国.管道堵漏的几种焊接方法探讨[J].天天爱科学,2016(12):72.

作者简介:赵妍妍(1980.12—),女,材料硕士、法学本科,目前职务主任。