

# 炼油厂凝结水管道两相流振动解决措施

尹方娜 张 燕 郭斐斐 (洛阳瑞泽石化工程有限公司, 河南 洛阳 471000)

**摘要:** 炼油厂凝结水管道中的两相流振动问题是一个需要解决的重要挑战。这种振动不仅可能导致管道和设备的损坏, 还可能对人员安全和环境造成严重威胁。因此, 制定有效的解决措施对于确保炼油厂凝结水管道的安全运行和生产效率至关重要。本文将探讨一些可能的解决方案, 以降低凝结水管道两相流振动的风险, 并提升工人和环境的安全保障水平。

**关键词:** 炼油厂; 凝结水管道; 两相流振动; 解决措施

## 0 引言

炼油厂是一个复杂的工业系统, 其中涉及到许多流体流动的过程。在炼油过程中, 凝结水是一个重要的介质, 它在管道中的流动往往会引起振动问题。这种振动不仅会对管道本身造成损坏, 还会对周围设备和工人的安全造成威胁。因此, 解决凝结水管道两相流振动问题是炼油厂工程师们亟需解决的难题。

## 1 研究炼油厂凝结水管道两相流振动问题的重要意义

### 1.1 管道安全

凝结水管道两相流振动可能会导致管道的疲劳破裂和泄漏, 严重时甚至会引发爆炸事故。振动会加剧管道的应力和应变, 导致管道材料的疲劳破坏, 从而降低管道的强度和耐压能力。此外, 振动还容易引起管道连接处的松动和脱落, 导致泄漏发生。这些泄漏不仅会造成资源的浪费, 还会对环境造成污染, 并且威胁到周围设备和工人的安全。因此, 采取有效的解决措施, 如合理选择管道材料和尺寸、减少流体流速等, 对于保障管道的安全运行至关重要。

### 1.2 设备保护

凝结水管道振动不仅会对管道本身造成损坏, 还会对周围的设备和设施产生不利影响。振动会传导到附近的泵、阀门、压力容器等设备上, 引起设备的变形、松动和破裂等问题。这些问题不仅会导致设备的性能下降, 甚至可能引起设备的失效和停机。此外, 设备的损坏还会带来维修和更换的成本, 增加炼油厂的运营成本。因此, 采取有效的振动控制措施, 如使用减振器、优化支撑结构等, 对于保护设备的完整性和稳定性至关重要。

### 1.3 生产效率

凝结水管道振动会影响流体流动的稳定性, 从而降低管道的流量和压降能力。振动会引起管道内流体

的湍流现象, 增加了流体的阻力, 导致流量减小。此外, 振动还会引起流体的波动, 增加了流体的压降, 使得管道的输送效率下降。这些问题会导致炼油厂的生产效率降低, 增加了能源和物资的消耗。因此, 解决凝结水管道振动问题对于提高生产效率至关重要。通过合理的管道设计、优化流体流速和加装减振器等措施, 可以降低振动对流体流动的干扰, 提高管道的传输效率, 保障炼油厂的正常运行。

## 2 凝结水管道两相流振动的危害分析

### 2.1 管道磨损与破裂风险增加

凝结水管道的两相流振动问题, 会导致管道内壁的磨损和腐蚀加剧。在流体冲击和摩擦的作用下, 振动会引起管道内部金属表面的局部应力集中, 从而导致管道产生裂纹和变形。这种磨损和腐蚀会削弱管道的强度和耐久性, 增加了管道破裂的风险。管道破裂会带来严重的后果。破裂会导致凝结水的大量泄漏, 造成资源的浪费。高温凝结水是蒸汽冷凝后形成的水, 通常具有较高的温度。由于它是经过蒸汽冷凝而来, 所以其水质相对较好, 不含有有害物质。然而, 其高温状态使得凝结水具有一定的危险性。高温凝结水因温度高, 接触时可能对人体造成烧伤。触及高温凝结水可能导致皮肤灼伤或组织损伤, 对人体健康构成威胁。如果高温凝结水被排入含油污水系统中, 就可能产生一些安全问题。因为高温凝结水在经过蒸汽冷凝的过程中, 可能带有少量的油气。当高温凝结水排入含油污水系统时, 油气会聚集并积累, 形成不稳定的混合物。在适当的条件下, 油气聚集可能会与周围的空气中的氧气发生反应, 从而引发爆炸, 对周围环境和人员构成威胁。

### 2.2 设备失效和生产能力下降

凝结水管道两相流振动对相关设备的影响是不可忽视的。振动会对管道及连接设备产生冲击和应力,

可能超过其设计和承载能力。这将对管道连接件、阀门、泵站和附件等设备产生疲劳开裂、松动和失效的影响。振动会引起管道连接件的松动和脱落。管道连接件在振动作用下，会受到剧烈的摩擦和振动力，导致连接螺栓松动甚至脱落，从而导致泄漏和破裂的风险增加。此外，振动还会对附件设备产生破坏性的影响。例如，管道上的支架、固定件等附件设备在振动作用下可能会断裂或变形，无法提供足够的支撑和保护，进而影响管道的稳定性和安全性。

### 2.3 环境污染和人员安全隐患

凝结水管道振动可能引发环境污染和人员安全隐患，以及造成火灾、爆炸等严重事故，并对正常运营造成影响。凝结水泄漏具有高温、高压的特点，一旦发生泄漏，可能造成工作场所的火灾风险。当高温凝结水泄漏与易燃物质接触时，由于高温的存在，可能引发火灾。

火灾不仅对工人的安全构成威胁，还会造成环境污染和财产损失。凝结水泄漏可能在具有爆炸风险的区域引发爆炸事故。如果泄漏发生在存在易燃或可燃气体的环境中，可以形成可燃性气体混合物。当这些可燃性混合物与火源相遇时，就有可能引发严重的爆炸事故。此类事故不仅对工人的生命安全构成威胁，还可能造成巨大的财产损失和环境污染。

## 3 凝结水管道两相流振动的原因分析

### 3.1 流体作用力不平衡

凝结水管道两相流振动的原因之一是流体作用力不平衡。在管道内部，水和蒸汽的流速、密度和压力等参数存在差异，导致流体作用力在管道内分布不均匀，在凝结水管道中，当蒸汽与液态水接触时，蒸汽会凝结成小气泡，这些气泡被携带到管道中，并随着液态水一起流动。当气泡凝结成水或蒸汽重新生成时，会产生剧烈的冲击力。这些气泡的形成和崩塌过程会引起流体作用力的突变，导致管道振动。在凝结水管道中，两相流之间也存在着摩擦作用力。由于水和蒸汽之间存在密度和流速的差异，两相流的摩擦作用力不平衡，这可能导致管道振动。例如，当水和蒸汽流速差异较大时，两相流之间的相对运动速度就会增大，从而产生不平衡的摩擦作用力，引起管道振动。

### 3.2 液体和气体相变引起的压力波动

凝结水管道内的两相流在流动过程中涉及液态和气态之间的相变，这会引起压力的快速波动，并进而导致管道振动。当蒸汽流经管道时，由于温度和压力

的变化，蒸汽会发生相变，并转变为液态凝结水。在这个相变过程中，大量的能量被释放出来。这些释放的能量引起了水分子的运动和沉积，从而产生高速流动的压力波动。这种压力波动会造成管道内部的压力短暂波动，从而产生振动。相变引起的压力波动不仅会导致瞬时的压力波，还可能引起冲击波。当蒸汽转变为液态凝结水时，水分子以高速撞击管道壁，并与周围介质发生碰撞。这些冲击会引起管道内部更剧烈且持续的振动。这些压力波和冲击波会通过管道的弹性传递到设备和管道系统中，进一步加剧了振动问题。

### 3.3 不合理的管道设计和施工

不合理的凝结水管道设计和施工也会引发振动问题。如果管道截面形状的选取不合理，例如过于窄小、弯曲程度过大或者存在尖锐的转角，这可能会增加流体流动时的摩擦阻力和流速差异，从而导致振动风险增加。支撑装置在管道系统中起到固定和支持的作用。如果支撑装置不牢固或者设计不合理，容易造成管道系统的松动和晃动，进而引发振动问题。管道在固定点处应该布置得合理且均匀，以分散管道的负载并保持稳定。如果固定点布置不合理或者过于密集，会限制管道的自由运动并导致振动问题。管道连接方式的抗振能力是影响管道振动的关键因素之一。如果管道连接的紧固度不足或者使用了低质量的连接件，容易发生泄漏和振动。焊接是管道施工中常用的连接方法之一。如果焊接质量差，容易出现焊缝开裂、变形等问题，从而导致管道振动。

## 4 采取合理的管道设计和振动控制措施

### 4.1 合理的管道设计

选择高强度、耐腐蚀的管道材质，如不锈钢或合金钢，以确保管道的稳定性和耐久性。这些材料能够承受高压和高温的工作环境，并具有良好的抗腐蚀性，减少管道的老化和腐蚀问题。在管道支撑设计方面，需要合理设计和布置管道支撑，采用适当的支撑间距和支撑方式。这样可以有效分散管道的重量和振动力，防止管道发生过度挠曲和共振。同时，还应考虑管道系统的热胀冷缩问题，并采取相应的补偿措施，如安装伸缩节，以减少管道受热胀冷缩引起的应力和振动。

对于弯头和弯管的设计，应合理选择半径和角度，减少流体在管道中的流动阻力，从而降低振动的产生。较大的弯头半径和较小的弯角可以减小流体的惯性和涡旋产生的压力脉动，从而降低管道的振动。在管

道系统中安装减振器也是减少振动的有效措施。减振器能够吸收和分散振动能量,减少振动的幅度和频率。常见的减振器包括弹簧减振器和减震垫,它们可以有效地减少管道系统的振动传递和共振现象。

#### 4.2 振动控制措施

在振动控制方面,需要通过合理设计和调整流体流速和流量,减少流体的涡动和压力脉动,从而降低振动的产生。通过优化管道系统的流动条件,减少流体的湍流和涡旋,可以降低振动的幅度和频率。在管道系统中安装减振装置也是重要的措施之一。除了减振器之外,还可以考虑使用减震垫、减振支架等装置来吸收和分散振动能量。这些装置能够有效地减少振动的传递和共振现象,保护管道系统的稳定性。此外,合理调整泵站和阀门的运行参数也是减少振动的关键。

通过控制流量、压力和转速等参数,可以减少流体在管道中的压力脉动,降低振动的产生。定期对管道系统进行检查和维护也十分重要,包括检查连接件的紧固情况、阀门的密封性能、泵站的运行状态等。及时发现和修复潜在的振动问题能够有效减少振动的发生。

#### 4.3 培训和意识提升

为了更好地解决凝结水管道振动问题,培训和意识提升也是必不可少的。对炼油厂相关人员进行培训,提高他们对凝结水管道振动问题的认识和理解,掌握振动控制的基本知识和技能。这样可以使他们具备辨识和解决振动问题的能力,提高管道设备的安全性和稳定性。

同时,加强安全教育和宣传,提高工作人员对振动控制和安全的重视,确保他们能够正确操作和维护管道设备,减少振动引发的事故风险。定期组织安全培训和演练,提高人员对应急处理和事故处理的能力。另外,促进行业内的知识分享和交流也是重要的。通过参加行业会议、研讨会和培训班,了解行业最新的振动控制技术和方法。借鉴他人的经验和成功案例,不断提升管道振动控制的技术水平和方法。

#### 4.4 定期检查和维护管道系统

对于炼油厂凝结水管道两相流振动问题,定期检查和维护管道系统是至关重要的。建立规范的检查计划,包括定期检查时间表和频率,以确保管道系统按时接受检查。根据管道使用情况和环境条件,制定适当的检查周期。定期检查管道支撑装置,确保其位置

正确,连接稳固,并能够有效防止管道振动。修复或更换松动、损坏或失效的支撑装置。还要检查管道连接点,特别是焊缝和密封部位,确保连接处的可靠性和完整性。修复或更换有损坏或疲劳的连接点。还需要安装流量计和压力传感器来监测管道内流体的速度和压力变化。通过监测这些参数,可以及时发现异常或超出设计范围的情况,并采取相应的措施进行调整。此外,还要建立应急维护和修复计划,以应对突发事件和设备故障。确保在振动问题或其他紧急情况下能够迅速采取措施,修复受损部件,恢复管道系统正常运行。

## 5 结束语

凝结水管道两相流振动问题是炼油厂工程师们面临的一项重要课题。通过合理的管道设计和振动控制措施,可以有效解决这一问题,保障炼油厂的安全运行。随着科技的不断发展,我们相信未来会有更多创新的技术和方法应用于解决凝结水管道两相流振动问题,为炼油行业带来更大的发展空间。

#### 参考文献:

- [1] 李福钗,孙新明,王伟,高密度聚乙烯阻尼器在油水凝结管道振动控制中的应用[J]. 煤气与热力,2019,39(9).
- [2] 刘晓鹏,王保云,振动隔离器在炼油厂凝结水管道振动控制中的应用[J]. 石油化工应用,2017,36(8).
- [3] 王琳,王文凯,黄云,等. 炼油厂凝结水管道两相流振动问题研究[J]. 石油化工自动化,2019,45(1):73-76.
- [4] 赵海涛,张涛,等. 炼油厂凝结水管道两相流振动原因及控制措施[J]. 石油化工设备,2018,47(4):50-55.
- [5] 李晓光,张磊,李静静,等. 炼油厂凝结水管道两相流振动问题分析与解决方案[J]. 石油化工设备,2017,46(5):68-71.
- [6] 王明,刘振兴,等. 炼油厂凝结水管道两相流振动原因分析与防治措施[J]. 石油炼制与化工,2016,47(10):82-84.
- [7] 张亚萍,张志华,孙中华. 炼油厂凝结水管道两相流振动问题分析与控制[J]. 石油化工设备,2015,44(3):62-65.
- [8] 王胜捷,王华. 330MW 机组凝结水管道振动原因及减振措施[J]. 机械,2019,32(7):2.
- [9] 郑昀,庄发成,余建中. 凝结水再循环管道振动原因及减振措施[J]. 科技与创新,2019(12):221-223.