

# 炼油工艺的常减压装置防腐技术研究

邬明维

中石化(天津)石油化工有限公司

**摘要:**在最近几年内,我国的炼油产能明显增加,同时,炼油的技术水平亦显著提升。为确保炼油过程的安全运行,本研究聚焦于解决常减压系统中遇到的腐蚀难题,并对其防腐方案进行深入分析。研究从阐述炼油的基本过程入手,继而详细考察在原油加工过程中常减压系统所遭受的腐蚀问题,并对解决这一问题的防腐技术措施进行了综合研究,旨在为该领域的研究提供参考价值。

**关键词:**原油;炼油工艺;常减压装置;腐蚀与防腐

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.09.070

## 引言

在炼油过程中,常减压装置经常受到多种因素的负面影响,如装置的腐蚀和积垢问题,这些问题不仅降低了装置的效能,还可能引发重大的安全隐患,导致生产暂停,给炼油厂造成了巨大的经济损失。采用化学清洗技术能够有效地解决这些挑战,确保常减压装置的平稳和安全运作。鉴于此,强化化学清洗技术在常减压装置中的运用并深入研究其效果,对于促进炼油行业的安全稳定生产具有极其关键的作用。

## 一、基本原理及常见炼制工序

炼油工艺是一种复杂的化工过程,旨在将原油转化为各种有用的石油产品。在这一过程中,常减压装置的运用至关重要,尤其是在蒸馏工序中。蒸馏过程是炼油工艺中的第一步,它通过加热原油使其部分或全部转化为蒸气,然后通过冷却将这些蒸气凝结回液态,从而实现原油中不同组分的分离。

蒸馏工序主要分为三种类型:闪蒸蒸馏、简单(或大气)蒸馏和精馏蒸馏。每种工序都有其特点和适用范围。

闪蒸蒸馏是一种通过突然降低压力使液体部分蒸发的过程,这种方法适用于分离轻质和重质石油组分,特别是在处理残余油时非常有效。

简单蒸馏,又称大气蒸馏,是在常压下进行的蒸馏过程。它主要用于原油的初步加工,通过控制温度来分离不同沸点的石油组分。这种方法相对简单,但分离效率有限。

精馏蒸馏则是一种更为复杂的蒸馏过程,通常在高压或低压条件下进行,能够更精确地分离出不同沸点的组分。精馏过程通过使用一系列塔板或填料,增加蒸汽和液体之间的接触时间和面积,从而提高分离效率。这

种方法不仅能完成原油的轻重分离,还能根据需要提炼出不同规格的石油产品,如汽油、柴油、煤油等。

在整个炼油工艺中,蒸馏过程的效率和精确度对最终产品的质量和经济效益有着决定性影响。通过不断优化蒸馏技术和装置,炼油工业能够更有效地处理原油,提高石油资源的利用率,同时减少环境污染。随着科技的进步,新的蒸馏技术和方法不断被开发和应用,为炼油工业的可持续发展提供了强有力的支撑。

## 二、常减压装置在原油炼化生产中的腐蚀分析

### (一)常减压装置焊接接头腐蚀问题

在炼油行业的常减压装置中,焊接接头的腐蚀问题是一个不容忽视的技术挑战。由于炼油过程涉及高温、高压以及含有腐蚀性化学物质的环境,焊接接头尤其是焊缝部分成为腐蚀的重灾区。原油中含有硫化物、水分以及其他腐蚀性化合物,这些成分在高温的环境下会加速焊接接头处金属材料的腐蚀过程。焊接时产生的高温会造成材料微观结构的改变,尤其是焊缝区域和热影响区,这些区域的金属晶格结构会发生变化,导致硬度、韧性降低,从而减少了材料的耐腐蚀性能。此外,焊接过程中可能产生的应力也会对材料的耐腐蚀性产生不利影响,焊接应力和腐蚀介质的共同作用会加速腐蚀的发生和扩展。

### (二)常压塔腐蚀

常压塔作为炼油过程中的一个重要设备,主要用于在常压条件下进行原油的分馏。这种装置一般采用碳钢作为主体结构材料,并在某些情况下使用不锈钢衬里以提高耐腐蚀性。然而,尽管这种材料组合在许多情况下都能有效地抵抗腐蚀,但在低温运行环境下,常压塔依然面临着严峻的低温腐蚀挑战。低温腐蚀主要是由于常压塔内部存在的某些腐蚀性物质,在低温条件下对金

属材料的侵蚀作用加剧所引起。特别是含有硫化氢、水分及其他腐蚀性化学物质的原油，在低温下会导致碳钢和不锈钢的局部腐蚀，从而形成裂纹或者孔洞，严重影响装置的结构完整性和安全性能。此外，低温运行条件下，金属材料的韧性会降低，使得常压塔更容易因为腐蚀而产生裂缝，特别是在材料受到机械应力作用的地方。这种裂缝一旦形成，会在材料内部扩展，加剧腐蚀程度，并最终导致设备失效。

### （三）减压塔腐蚀

减压塔在原油炼制过程中发挥着至关重要的作用，它通过降低压力使原油中的重质组分在较低温度下蒸馏，从而避免热裂解反应的发生。然而，这种装置由于直接接触含有多种腐蚀性化学物质的原油，使其成为腐蚀的重点对象之一。实际生产中，减压塔的塔壁部位尤其容易受到腐蚀的侵袭，腐蚀主要以凹坑和沟槽的形式出现，这些腐蚀形态不仅影响设备的正常运行，还可能对装置的安全性造成重大威胁。凹坑腐蚀是指在金属表面形成局部的、针孔大小的凹陷，这种腐蚀方式容易在减压塔的内壁上发生，尤其是在材料的微观缺陷处更为严重。而沟槽腐蚀则表现为在金属表面形成较长且连续的腐蚀槽，这通常发生在流体流动较快的区域，由于流动加速了腐蚀反应，从而导致了沟槽的形成。腐蚀的深度最深可达2mm，这种程度的腐蚀已经足以影响到减压塔的结构完整性和使用寿命。在一些极端情况下，腐蚀还可能导致塔壁穿孔，从而引发严重的安全事故。

### （四）加热炉腐蚀

加热炉在炼油工艺中扮演着关键角色，它通过对原油进行加热，提高其温度以满足蒸馏或其他加工过程的要求。然而，加热炉的运行环境极为恶劣，尤其是由于高温、物料的流动性及其物性等因素的综合作用，使得加热炉极易发生腐蚀。其中，冲刷腐蚀是加热炉中最为严重的腐蚀形式之一，这种腐蚀现象通常发生在加热炉的管道系统中，尤其是在物料流速较高的区域。冲刷腐蚀是由于流体在高速流动时对管道内壁产生的机械磨损和化学腐蚀的叠加效应。在高温条件下，原油中的腐蚀性成分（如硫化物、水和酸性气体等）的腐蚀作用会加剧，同时，流动的原油会对管道内壁产生持续的冲击和磨蚀，这两者的结合极大地加速了腐蚀过程。冲刷腐蚀不仅能够导致管道壁减薄，还可能引发裂缝、孔洞等严重的腐蚀状况，极大地威胁加热炉的安全运行和效率。

## 三、常减压装置防腐技术要点与实施措施

### （一）减少原料中硫含量对装置运行的影响

处理高硫原油在石油炼制过程中是一个普遍面临的挑战。硫是一种具有强烈腐蚀性的元素，当存在于原油中时，它在炼油过程中会转化为硫化氢等腐蚀性气体，对炼油装置，特别是常减压装置的金属结构和管线造成严重腐蚀。这种腐蚀不仅加速设备和管线的老化，还可能导致泄漏、设备故障甚至安全事故，进而影响装置的稳定运行和生产效率。高硫含量原油的加工对设备的维护成本造成显著增加。频繁地检修和更换受损部件需要投入大量的人力物力，同时也影响了装置的连续运行和生产计划的稳定性。此外，高硫含量原油加工过程中产生的硫化物还需进行特殊处理，以满足环保要求，避免对环境造成污染。这一系列的措施不仅增加了生产成本，还增加了环保压力。为了减少高硫原油对装置运行的影响，炼油企业采取了多项技术和管理措施。其中包括优化原油购买组合，尽量选择硫含量较低的原油；采用先进的脱硫技术，在炼油前对原油进行深度脱硫处理，减少进入炼油系统的硫含量；加强装置和管线的防腐设计，选用耐腐蚀材料和涂层，提高设备的耐腐蚀性；实施定期的检查和维护计划，及时发现并处理腐蚀问题，延长设备使用寿命；同时，加强环境保护措施，确保脱硫过程中产生的废物得到妥善处理，减轻对环境的影响。

### （二）在线自动化清洗技术在常减压装置中的应用

采用此技术能显著避免常减压系统的管道发生结垢问题。在清洗过程中，应向每个独立的管道内部插入特定的插件，利用水流在管内的动态来阻止锈蚀和垢的形成。这一过程依赖于在线自动清洗系统的工作原理，即在换热器的管道内设置螺旋状的弹簧装置。这些弹簧在水流经过时会产生横向和纵向的振动，通过对流体造成干扰，增强了清洗流体对管内壁的清洗作用，有效避免了污垢的积累。实践中，该技术被广泛应用于“冷却设备的在线自动清洗”，显示出卓越的防结垢性能。其核心机制是通过螺旋弹簧的持续振动来增加流体内的动态，使流体与管壁发生频繁接触与摩擦，有效提高了防垢和去垢的能力，同时减少了管道内的热阻，提高了清洗效率。在炼油生产的应用中，这种在线自动清洗技术能够在不需额外动力设备的情况下，不影响正常生产的前提下，提升生产效率。然而，实施该技术需确保循环用水的质量，避免含有固体杂质，以保证最佳的清洗效果。

### （三）优化循环水质量控制以维护装置正常运行

在石油加工的过程中，循环冷却水系统扮演着维持冷却和换热装备稳定运行的核心角色。这一系统内循环水的质量直接影响到冷却机制的工作效率及装置的稳定性，从而对整个加工过程的效率与安全产生重大影响。循环水内的杂质，包括悬浮物、细菌、矿物质等，可能引起冷却装备的结垢、腐蚀和堵塞问题，极端情况下甚至可能引发装备故障，危及生产安全与经济效益。因此，对循环水质量的精细控制显得格外关键。这包括对水质各项指标如pH值、水的硬度、悬浮固体和微生物含量的严格监控，以便能实时把握水质状态，并依据监测数据调整处理方案。采用更新颖、更敏感的检测技术和设备能显著提升检测准确度和效率，为水质管理提供强有力的科学支撑。此外，系统中旁路滤器的作用不容忽视，它在去除水中杂质方面起到了关键作用。但问题在于，这些滤器往往没有被充分发挥作用，影响了过滤效率，未能有效移除水中的悬浮物和其他污染物。因此，确保旁路滤器持续正常工作，及时进行滤芯的清洁或替换，对于提升循环水质量、确保冷却系统稳定运行至关重要。

### （四）不同乳化液类型特性及其区分点

乳化液可依据分散相与分散介质的差异被分类为水包油型（W/O）和油包水型（O/W）。这两类乳化液的特性差异主要体现在以下几个方面：（1）电荷性质不同。在W/O型乳化液中，乳化剂的亲水部分与分散相结合，而其亲油部分则与分散介质相结合，这由于乳化剂两端的电荷性不同，导致其液滴表面呈现正电荷；反之，O/W型乳化液的液滴表面则呈现负电荷。（2）需用到的破乳剂种类有别。对于W/O型乳化液而言，通常使用的是置换型破乳剂，这种破乳剂的表面活性更强，能够更容易地取代乳化剂，形成易于破坏的界面膜；相对地，O/W型乳化液则多用电中和型破乳剂，通过其带电荷的特性，有效地中和乳化液中液滴的电性，减少液滴间因相同电荷引发的排斥力，促进液滴间的接触与结合。（3）介电常数有显著差异。这一差异主要与乳化液的主要成分即分散介质的介电常数有关，实验数据显示，纯原油的介电常数约为2.0至2.7，而纯水的介电常数约为80，因此，W/O型乳化液的介电常数显著低于O/W型乳化液。（4）稳定促进剂的使用差异。乳化液的稳定性与分散相的比例有直接关联，分散介质的分散程度越高，乳化液的稳定性越难被破坏。由于W/O型乳化液

的分散相为油相，而O/W型乳化液的分散相为水相，故在油增加时，W/O型乳化液的稳定性提高；相应地，水增加时，O/W型乳化液的稳定性也随之增加。

### （五）更新常减压装置防腐材料

在处理原油精炼过程中，尤其是针对常减压单元，采用具有优良防腐特性的新材料是一个有效策略。例如，对于常减压单元的冷却器来说，使用7910型防腐蚀涂料十分有效。该涂料主要由环氧和氨基树脂组成，并融入了特定的有机添加剂。这种涂料特别适合高温条件下使用，因其具有优秀的耐热性、防渗透性、抗非氧化性酸及碱腐蚀的性能。在高达160℃的环境中，此涂料可施用于冷却器的外壳上，有效预防内壁的腐蚀问题。此外，Ni-P合金化学镀层也被推荐用于防腐处理，这种材料不仅展现出极佳的耐腐蚀和耐磨损性能，还具有出色的焊接性。它能够在高达1MPa的压力和220℃的温度条件下稳定工作。Ni-P合金镀层以其非晶态结构而闻名，这意味着其金属表面的原子键合无特定方向，增强了其耐腐蚀性。

### 结语

综合来看，在常减压单元的运行过程中，结垢和锈蚀成为常见问题，这不仅威胁到了常减压单元的平稳运行，也对石油精炼的生产安全造成了影响。因此，强化常减压单元的腐蚀防护措施显得尤为重要。在此过程中，必须对常减压单元的腐蚀原理进行深入研究，认识到原油精炼对常减压单元产生的腐蚀效应，并通过多种途径实施有效的防腐措施，以彻底应对腐蚀问题，确保石油精炼生产的安全性。

### 参考文献

- [1] 王磊. 原油加工过程中常减压装置的防腐蚀对策[J]. 化工管理, 2015(2): 188-188.
- [2] 成雷 蔡培源 方立定 邢健 康昊源. 常减压装置低温部位设备腐蚀及防护措施[J]. 中国化工贸易, 2020, 012(028): 190-192.
- [3] 王鹤翔. 炼油厂常减压装置常见腐蚀分析与防护措施[J]. 石化技术, 2020, 27(12): 2.
- [4] 李科. 常减压蒸馏装置工艺防腐应用及进展研究[J]. 化工管理, 2021(21): 2.

作者简介： 郇明维，1996年07月31日，男，职称：助理工程师，籍贯，山东省临沂市，民族，汉族，学历，大学本科，毕业院校，辽宁石油化工大学，研究方向，化学工程与工艺。