

# Analysis of condensate leakage and corrective measures of gasoline modification unit

Mingtao Liu Wei Jiang

PetroChina Urumqi Petrochemical Branch, Urumqi, Xinjiang, 830019, China

## Abstract

The difference in physical and chemical properties between steam and condensate is an important factor leading to leakage. Steam is highly permeable and fills tiny voids in pipes, while condensate can leak through build-up, chemical reactions, or erosion. In order to effectively prevent leakage, it is necessary to strengthen the management and maintenance of the steam condensate system to improve the reliability and safety of the system. In this paper, the specific situation and characteristics of condensate leakage of gasoline upgrading device are analyzed, the main influencing factors of leakage are discussed, and the rectification measures and improvement methods are proposed, including the selection of elbow material and type, the optimization of condensate system, and the strengthening of management and prevention in advance.

## Keywords

condensate, leakage analysis, corrective measures

# 汽油改质装置凝结水线泄漏分析与整改措施

刘明涛 江威

中国石油乌鲁木齐石化分公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830019

## 摘要

蒸汽与凝结水的物理和化学性质差异是导致泄漏的重要因素。蒸汽具有较强的渗透性,能够填充管路中的微小空隙,而凝结水则可能因为积聚、化学反应或冲刷作用导致管道泄漏。为了有效预防泄漏问题,需要加强对蒸汽凝结水系统的管理和维护,提高系统的可靠性和安全性。针对汽油改质装置凝结水线泄漏问题进行了分析研究,分析了凝结水线泄漏的具体情况和特征,探讨了导致泄漏主要影响因素,并提出了弯头材质和型式的选择、凝结水系统优化、强化管理事先预防三个方面的整改措施和改进方法。

## 关键词

凝结水线, 泄漏分析, 整改措施

## 1 引言

乌鲁木齐石化公司汽油改质装置2011年投产,装置凝结水总线设计压力1.0MPa、设计温度164℃、操作压力0.5MPa、管线规格 $\Phi 80 \times 5.0$ 、管线材质20#钢、弯头数量20个;装置凝结水线自2017年以来出现4处管线弯头泄漏、1处直管段泄漏、2处法兰处焊缝泄漏、11处管线弯头检测减薄等问题,更换15处弯头和3处管线;凝结水线的泄漏与堵漏、消缺,给装置平稳、安全生产埋下了安全隐患。长期、有效解决该隐患,有利于凝结水的回收利用、装置长周期稳定运行和节能增效。

【作者简介】刘明涛(1984-),男,中国甘肃庆阳人,高级工程师。

【通讯作者】江威(1999-),男,中国江西上饶人,助理工程师。

## 2 蒸汽凝结水线泄漏的普遍原因主要可以归结为以下几点

### 2.1 介质特性

蒸汽与凝结水的物理和化学性质差异是导致泄漏的重要因素。蒸汽具有较强的渗透性,能够填充管路中的微小空隙,而凝结水则可能因为积聚、化学反应或冲刷作用导致管道泄漏。

(1) 凝结水的形成:蒸汽在传输过程中,由于管道、法兰、阀门等管网组成的内壁温度低于工作压力下的饱和温度,会形成凝结水。保温效果越差,产生的凝结水越多。

(2) 化学腐蚀:凝结水在管道内积聚时,可能会与缝隙间的酸性杂质发生反应,形成电解液,对管道产生化学腐蚀。

(3) 气泡冲刷腐蚀:蒸汽凝结水在流动过程中,当压力降至相应温度的饱和蒸汽压以下时,蒸汽会从凝液中逸出产生二次蒸汽,形成汽液两相流。当汽液混合物中含气量不多时,水蒸汽以气泡形式浓缩于管子中间。气泡破裂时产生的

冲击波压力可高达 400 个标准大气压,使金属保护膜破坏,并引起塑性形变,甚至撕裂金属粒子。金属保护膜破口处裸露的金属受腐蚀后随即又重新形成保护膜。在同一点上又形成新空泡,又随即破裂,这个过程反复进行,造成金属表面形成致密而深的孔。一般管壁的冲刷腐蚀是均匀减薄,但当流体突然改向外,如弯管、三通、变径管等部位,管子的腐蚀要比其他部位要严重,甚至穿孔。

(4) 水击:当汽液两相流中气量较多时,蒸汽推动凝结水向前流动,造成管道内水位逐渐升高,最终凝结水成活塞状而充满管道,当这一水块到达管道转弯处或者阀门处时,就会对其产生激烈的冲击,造成管子的减薄。除此之外水击还会给管道系统带来振动。剧烈的振动常常造成支吊架松脱等现象,轻则造成管系损伤,重则造成管系焊口撕裂。

## 2.2 管道与材质问题

(1) 管道连接不紧密:蒸汽管路连接不紧密会导致水蒸汽混合流,且压力不稳定,从而引发泄漏。

(2) 管道坏损:蒸汽管路中的管道长期使用,会因为腐蚀、振动等因素出现坏损,此时水蒸汽混合流,也容易泄漏。

(3) 材质不耐腐蚀:蒸汽管道使用的环境对金属材质提出了较高的要求,需要具备较强的耐高温性、抗高温蠕变、抗高温氧化腐蚀等特点。如果材质不耐腐蚀,就容易在凝结水的作用下发生泄漏。

## 2.3 系统设计与维护不足

(1) 系统设计缺陷:凝结水系统设计不当,如压力差较大导致高压饱和和凝结水在流动过程中部分汽化,内部产生气泡,气泡冲刷腐蚀管道。

(2) 维护不足:蒸汽管路在长期使用后,如果缺乏定期检修和维护,就容易出现泄漏问题。

(3) 凝结水排放不及时:蒸汽管路中凝结水没有及时排放,容易造成管道内压力过大,从而导致泄漏。

综上所述,蒸汽凝结水线泄漏的原因主要包括介质特性、管道与材质问题以及系统设计与维护不足等方面。为了有效预防泄漏问题,需要加强对蒸汽凝结水系统的管理和维护,提高系统的可靠性和安全性。<sup>[1]</sup>

## 3 汽油改质装置凝结水线泄漏的原因分析

### 3.1 装置凝结水的来源

1.0MPa 蒸汽从厂区总管来,在界区通过脱水包 D1403 后,温度 230℃,压力 1.0MPa,然后经过 MTBE 脱硫塔底再沸器 E-1304 换热,换热产生的凝结水进入凝结水总线回收至公用工程一车间常压闪蒸罐。另外凝结水总线上回收着装置内、外各处蒸汽伴热凝结水。监控装置界区凝结水温度夏季在 100-120℃、冬季在 140℃以上,压力夏季 0.1-0.2MPa、冬季 0.3-0.6MPa。

### 3.2 弯头和直管段冲刷腐蚀泄漏

根据凝结水弯头和直管段泄漏点观察和分析,符合冲

刷腐蚀泄漏的形态,弯头处冲刷作用最强,而直管段泄漏是因凝结水分支进总管线时对直管段的冲击和涡流作用。冲力的大小与流体流速和管内压力成正比,即流速越快,冲力越大,凝结水对管壁的作用力就越大,对材料的冲刷腐蚀就越严重。如图 1 所示:



图 1

## 3.3 水击因素

装置凝结水流程存在一定的缺陷,常减压装置加热炉空气预热器蒸汽凝结水、本装置工艺和仪表蒸汽伴热凝结水、E1304 凝结水同时进入凝结水总线。夏季蒸汽伴热停用,而冬季蒸汽伴热全部投用后凝结水线压力高,造成 E-1304 凝结水后路背压高,不得不提高蒸汽进 E-1304 压力,而 E-1304 管程出口疏水器疏水不及造成水击,监控凝结水总管温度超 140℃。水击的原因是由于管线压力差和凝结水温度较高,高压饱和和凝结水在流动过程中部分汽化,内部会产生气泡,气泡主要集中在流体内部,气泡在流体的夹带下会产生气泡冲刷腐蚀,这时会使冲刷腐蚀变得严重,气泡在流体中部很难与管壁发生碰撞,但进入弯头部位后,流场变得复杂,气泡随着流体运动,与管壁碰撞溃灭的概率增大,气泡爆破处会推动一束流体冲向管壁表面。由于气泡破裂时产生的冲击波压力高,形成的高速射流,不仅破坏金属保护膜,引起塑性变形,消磨金属晶间原子、甚至撕裂金属粒子,使弯头管件减薄泄漏。<sup>[2]</sup>

## 4 整改措施

通过以上分析,采取相应措施,控制凝结水系统中汽水共存现象,强化易冲蚀部位,可以有效的解决凝结水系统泄漏问题。

### 4.1 弯头材质和型式的选择

选用耐蚀性更优质的钢材,如 304 不锈钢。由于 304 不锈钢的韧性和抗拉强度优于 20 号钢,更为重要的是 304 属于奥氏体不锈钢,具有很强的材料加工硬化的特征。对易穿孔的碳钢弯头(20 号钢),可更换为耐蚀性较好的 304 不锈钢。凝结水对弯头肘部内壁的冲刷,基本是一个物理的过程。冲刷过程中 304 不锈钢弯头内壁表面塑性有所下降,但

在冲刷集中部位，形成一层光滑而致密的耐磨层，强度有所提高，可以有效提高弯头的耐冲蚀性能。

### 4.2 凝结水系统优化

(1) 塔底重沸器切除一台：因 MTBE 脱硫塔塔底重沸器有两台，但蒸汽用量才 1.0-1.5t/h，实际运行时发现两台重沸器管程凝结水出口温度不一致，明显时两台重沸器换热不均；从换热面积和换热量计算，一台重沸器运行完全满足 MTBE 脱硫塔运行条件，因此切除一台重沸器。通过运行监控，重沸器管程出口凝结水温度降至 130℃ 以下，水击情况甚少出现。

(2) 凝结水流程优化：针对原凝结水流程存在的不足，对凝结水流程进行优化调整：将 350 万吨 / 年改出本装置凝

结水总线、装置消防蒸汽就地疏水改为密闭回收。

(3) 更换蒸汽伴热疏水器：进入凝结水各分支伴热疏水器，每年投用后定期检查测温，发现疏水器温度超 135℃ 便进行调整，无法调整的更换新疏水器，避免疏水器直排造成蒸汽直接进入凝结水线。

(4) 减少蒸汽伴热数量：一是根据装置工艺管线介质（如汽油线、低压放空线、燃料气线等），使用低温热水伴热亦可达到防冻目的，而且也是节能和减少碳排放的措施。二是装置内消防蒸汽热备用可使用联合疏水，减少凝结水总线跨入的分支数量，减少凝结水总线水汽冲击频次。

通过整改和优化，凝结水总线温度在 100-120℃、压力未超过 0.3MPa，已无水击情况。如图 2 所示：

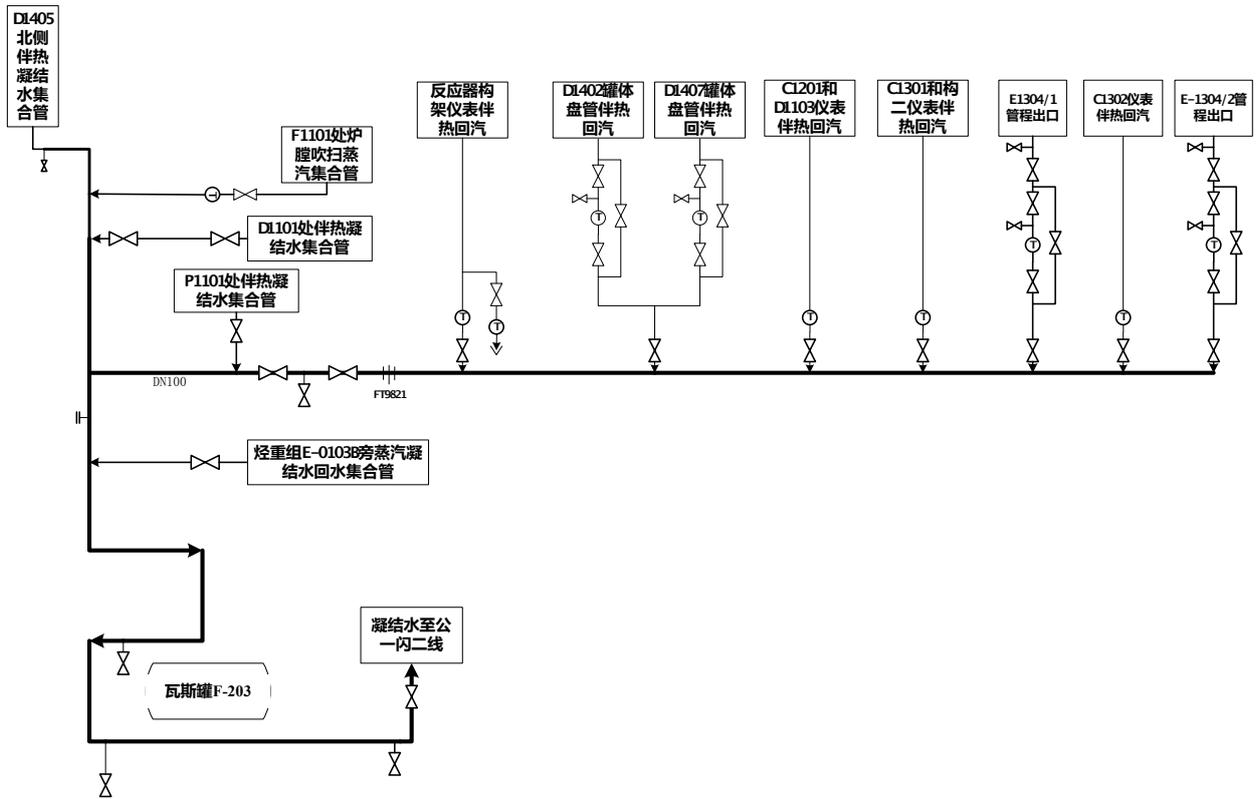


图 2

### 4.3 强化管理，事先预防

在日常设备维护工作中，对容易穿孔部位的弯头加强监控，定期进行监测，估算出冲蚀减薄率，在减薄到一定程度后，事先在冲蚀部位进行焊补，待管线能进行工艺切出时再更换弯头，减少带压堵漏的发生。<sup>[3]</sup>

## 5 结论

1、通过对凝结水线弯头材质升级，提高耐冲蚀性能，延长运行周期。

2、对凝结水来源优化，对凝结水各分支疏水器定期测温、调整或更换，避免疏水器直排。

3、建议在日常生产管理中，对容易穿孔部位定期监测，提前采取补焊等措施。

### 参考文献

[1] 《炼油装置工艺防腐运行管理规定》（第三版）  
 [2] 盛莉. 蒸汽凝结水系统节能降耗过程研究[D]. 天津大学, 2016.  
 [3] 李春林, 杨宏伟. 工业蒸汽凝结水的腐蚀与防护[J]. 全面腐蚀控制, 2015 (03) : 22-26.