

# 焦炉煤气冷凝工艺的改进

朱政杰

临涣焦化股份有限公司 安徽省 淮北市 235000

**摘要:** 随着社会经济发展速度不断加快,焦炉建设规模日渐扩大,为有效控制焦炉运行期间的能源消耗量,延长焦炉全生命周期,还需要配合先进技术手段,对焦炉煤气冷凝工艺进行持续改进,切实优化焦炉煤气冷凝功能。本文就针对此情况,首先阐述焦炉煤气冷却过程及冷却机理,分析现有焦炉煤气冷凝工艺应用期间存在的问题,制定焦炉煤气冷凝工艺改进方案,以期为相关工作人员提供理论性帮助。

**关键词:** 焦炉煤气; 冷凝工艺; 改进

前言: 在焦炉煤气冷凝水平可直接影响到后续煤气净化、煤气精制以及后续化学产品回收效果。但就目前来看,在焦炉煤气冷凝工艺中还存在初管出冷气阻力大、焦油质量差、循环氨水质量不合格的问题,为从根本上提升焦炉煤气冷凝水平,还需要结合现有焦炉运行要求,对煤气冷凝工艺进行不断优化及改进,确保改进后的煤气冷凝工艺能够在节约锅炉运行资源、保障冷凝设施安全可靠运行中发挥出重要作用。

## 1 概述焦炉煤气冷凝工艺

### 1.1 焦炉煤气冷凝过程

焦炉煤气的冷凝工作主要主要分为两个阶段开展。第1阶段,焦炉煤气在焦炉桥管以及集气管内,对煤气进行循环氨水喷洒,将煤气从原有600~700℃冷凝冷却到80~82℃之间<sup>[1]</sup>。第2阶段需要将煤气再运输到初步冷凝装置中,使煤气能够进一步降低到25℃以下,以便有效排出煤气,提升煤气中的热量利用率。

### 1.2 焦炉煤气冷凝机理

处于桥管以及集气管中的煤气冷却前期需要依靠循环氨水蒸发,吸收煤气中大部分热量,达到冷却煤气目标。在蒸发过程中,传热以及传质同步进行。传热期间的推动力由氨水以及煤气温差提供。传质过程中,推动力主要来源于氨水液面的水气分压、气内水气分压差值。

处于冷却器中的煤气需要将温度值再次下降到满足后续工业生产要求的温度范围内。在冷凝过程中需要采用单一传热方式,冷凝目标需要由煤气及冷却水的温度差提供。

## 2 焦炉煤气冷凝工艺节能降耗

**作者简介:** 朱政杰, 出生1986年4月, 民族汉、性别男, 籍贯: 皖萧县, 单位: 临涣焦化股份有限公司, 职位: 分公司经理, 职称: 助理工程师, 学历本科, 邮编235000, 研究方向: 煤化工、加氢工艺、煤气处理工艺。

现阶段常见焦炉煤气冷凝设施中的循环水冷却系统主要包括中温水系统与低温水系统两种类型<sup>[2]</sup>。其中,中温水出水温度为22~32℃、回水温度为39~42℃。借助凉水塔冷却降温,被主要应用在初凝气中温水段、精苯系统冷凝冷却器、蒸氨系统冷却器、粗苯系统冷凝冷却器中。低温出水温度为16~18℃、回水温度为23~25℃,被主要应用在初冷装置的低温水段中,内部包括鼓风机油冷器以及粗苯二段冷却器。冬季低温水需要依靠凉水塔冷却降温,夏季则需要依靠溴化锂吸收式制冷装置制冷降温。

焦炉煤气会经过管内循环氨水泵喷洒冷却后降温并进入到初冷器凝结冷却,在实际运行过程中通常使用二开一备方式<sup>[3]</sup>。初冷器分为采暖段、中温水段、低温水段三段运行方式。其中,采暖段属于余热利用段,冬季需要满足采暖要求;夏季采暖段停止运行,煤气经过初冷器冷凝冷却后降温到22~24℃之间,借助鼓风机加压并升温到57~60℃之间,最后进入到终冷器冷却到23~25℃,进入到洗塔回收化产品工序中。为满足节能降耗目标,拟在焦炉煤气冷却工艺改进期间使用荒煤气废热利用方式。

### 2.1 冬季采暖节能降耗

在冬季气温较低情况下,荒煤气在79~83℃之间,经过初冷气采暖段冷凝冷却放热。软化水间接吸收热量,升温到85~73℃,满足采暖要求。回水温度维持在45~53℃之间,间接效益可达每年400多万元。

### 2.2 夏季制冷节能降耗

焦化厂内部多配备六台溴化锂制冷器,年运行150天,消耗蒸汽量33696吨,价值为371万元。初冷器采暖阶段可以使用废热对蒸汽型制冷机进行改造,用荒煤气废热制冷,在满足荒煤气冷凝冷却目标下,还可以利用荒煤气中的废热制取低温水去冷却煤气<sup>[4]</sup>。采暖系统中的热水温度可下降到65~68℃之间循环利用,节约蒸汽型制

冷机消耗蒸汽量为16848吨,效益为185.33万元。通过将采暖系统中的管线进行改造,也可以供给更多热水,制取更多热量,创收效益更加明显。

### 2.3 初冷器热负荷分布

在夏季,为有效降低溴化锂制冷机消耗的蒸汽量,必须着重控制低温时系统的热负荷量。冬季开启采暖段后,低温水段热负荷量下降,可以将初冷器中的冷凝段与中温水段串联在一起,在降低低温水系统运行负荷的同时,确保五台冷凝器均能够处于安全生产即运行状态下。

在初冷器改造过程中,为有效解决煤气中粉尘增加、焦油与氨水分离困难的问题,需要加入分离药剂,从根本上提升实际冷凝效率。具体来说,在焦油氨水分离槽内部,通过使用分离药剂增加原有焦油与氨水的分离作用,使溢流的氨水更加清洁,内部焦油含量减少,残留的焦油不会特别粘结,也不容易黏在管壁之上。使用超级离心机,减少离心机运行期间的废水含量。同时超级离心机输送处理的每单元质量焦油以及废水能耗量也会随之下降。为有效控制焦油水份值,在循环水系统内还可以增加中间循环氨水泵,从而延长循环氨水沉降时间。将焦油中间罐中的加热器换掉,有效解决焦油分离时的水份问题。

### 2.4 终冷气煤气冷却系统优化

终冷气循环低温系统的入口温度为16~18℃,出口温度为36~38℃。通过采用工艺调整方式,可以使终冷器低温水的出水回到中温水回水管线,控制低温水系统热负荷,节约蒸汽量为8424吨,总价值为93.664万元。

### 2.5 溴化锂制冷机

在焦炉煤气冷凝冷却环节,需要使用16~18℃的低温水。如果当地的水资源较为丰富,可以直接使用地下水或其他水源,使用完毕后再复用<sup>[5]</sup>。在没有做好直流水水质稳定工作的情况下,冷却装置极易在实际使用过程中出现结垢、腐蚀、粘泥等问题,导致冷却装置的传热效果较差,运行期间的故障问题频繁出现,严重降低设备使用寿命;如果当地的水资源较为匮乏,低温循环水系统可以使用溴化锂制冷机,从根本上提升水质稳定效果,避免冷却设备出现结垢或腐蚀等问题,但需要配合使用废热型制冷机,切实保障废热资源的利用水平,在保护当地生态环境的基础上,增强生产时的综合效益。

## 3 焦炉煤气冷凝工艺改进

### 3.1 第1步冷却过程改进

在焦炉煤气冷凝工艺改进过程中,第1步冷却过程的改进工作需要以提高传热过程的推动力为主。冷却前的煤气温度属于特定值,需要将氨水温度始终保持在较低范围

之内,切实提升传热推动力<sup>[6]</sup>。在氨水温度控制过程中,如果氨水温度较低,会一定程度上影响蒸发速度。氨水温度过高,会减小传热推动力,并会导致煤气在低部冷却后的温度较高,增加了后续冷却工作的压力及设备运行负荷量。经过试验表明,氨水温度需要始终保持在75~80℃,确保传热推动力能够始终维持在较为理想状态。

在第1步冷却改进环节,还应当提高传质过程中的推动力,控制煤气中的水汽分压值,确保原料煤始终处于较低的含水量。但在实际生产环节,如果煤料的含水量过低,也会导致煤气中的水汽分压值下降,炭化室顶部空间温度升高。由于煤气内适宜水汽分压值可将煤气温度控制在适宜状态下,防止煤气中如甲苯等化学物质在高温环境下分解,因此需要将煤料中的水分,始终保持在8%~10%之间。着重关注焦油及氨水的分离工作,氨水内的含焦油量不得超过每升100毫克,并在氨水内部需要始终保持足够的压力,增加氨水在桥管以及集气管喷洒中的雾化程度,从根本上提升冷却过程中的传质推动力。

### 3.2 第2步冷却过程改进措施

在第1步冷却完成后,煤气的温度需要保持在80~82℃之间,应当将冷却期间的冷却水温度控制在标准范围内,提高冷却器传热效率,从根本上提升第2步冷却效果,

为使冷却水温度始终处于较低状态,节约水资源,控制系统运行成本,冷却期一般会使用工业循环水,循环水冷却煤气后的温度逐步升高,因此需要做好循环水冷却与降温工作。在工业生产过程中,循环水的冷却降温主要采用两种方式。一种为在凉水塔上借助强制风冷降温,这种降温方式的经济效益较高,但在应用期间会受到大气温度影响,难以在夏季取得良好降温效果;二种为将循环水运输到制冷机内部降温,该种降温效果好,但实际降温期间的成本较高。因此在实际改造过程中,可以将两种降温方式结合在一起,有效节省设备运转费用。

### 3.3 提高冷却器传热效率

首先,在焦炉煤气冷凝工艺改进过程中,需要重点关注改善工业用水环节的水质条件。循环水在冷却煤气中,如果超出一定温度后,容易在水管内壁结垢并影响实际冷却效果。因此为切实提高冷却器的传热效率,需要严格控制冷却水出口温度,确保冷却水出口温度始终处于45℃以内。配合使用物理化学方式消除水垢,使冷凝装置始终处于安全可靠运行状态。举例而言,通过在焦化厂内部增加永磁水处理装置,可以从根本上提升水垢去除效果。在冷却水中加入非磷系阻垢剂,也能够通

过与水垢物质的化学反应,避免水垢问题过于严重。为保护周边环境,部分焦化厂还会在冷却水中加入含酚废水,如蒸氨废水等,在防止水体结垢的基础上,避免酚水外排对周边水体环境造成不利影响。

其次,对生产设备进行改进。20世纪80年代,国内焦化厂主要使用立管式冷却器。这其中的煤气三个上升流道与三个下降流道。煤气上升流道中,水管外壁的冷凝物质向下流动时会接触到较热的煤气,导致部分煤气被蒸发,冷却器的冷却能力受到不利影响,进一步提升了煤气中的苯含量。不仅如此,由于立管初冷器中的煤气流向与水管平行,煤气的湍动效率较差,导致自身的传热效率下降。随着科技技术发展速度不断加快,焦煤厂又使用了更为先进的横管式冷却设备。该种冷却设备运行期间,煤气由上向下流动,冷凝液可以对水管外壁进行充分的冲洗,从根本上提高传热效果,控制煤气中的苯含量。不仅如此,煤气流向与水管垂直,煤气与水碰撞会产生强烈的湍动力,从根本上提高实际传热效率;

最后,在煤气冷却环节,可以使用冷凝液与熔点较低的苯溶剂物质附着在水管的外壁,致使冷却器与煤气的传热效果下降,冷却器壳程阻力进一步升高。在当前的横管冷却装置中,还增加了洗苯工艺。借助循环洗苯系统,进一步提高了冷却器的传热效果,有效控制了壳程阻力,并使得煤气中的含苯量与焦油量大幅度下降,避免硫铵粗苯洗油质量造成不利影响。

### 3.4 氧含量仪器改造

针对存在于焦化厂原有鼓风机因为温度仪表连接腐蚀或老化问题经常容易出现跳闸的现象,可以在新进鼓风机温度仪表信号中增加隔离配电器。如果回路断开或者接触不良就会及时向维修人员发出预警,避免在实际生产期间出现大规模触发联锁停车事件,使鼓风机始终处于高效稳定运行状态。鼓风机操作界面上可设计出联锁点显示画面,如果再出现联锁停车事件的情况下,可以通过操作界面及时发现故障点,从根本上缩短设备故障维护时间。具体来说,在改进冷凝装置含氧量过程中相关工作人员需要从以下几方面入手:

第一,针对含氧量仪表中氧气容易在管道积水问题,增加氧气伴热装置,确保氧气能够在管道内部高效流通;

第二,更改氧气管道,在容易出现积水的部位做成U

型管道,并在原有基础上增加排空阀门;

第三,将氧气体积分数标定从原21.5%下降到现有10.0%,确保传感器中的双球平衡性能始终处于良好状态;

第四,对控制电路板中的5V伴热电阻进行分开供电,确保传感器内部温度始终处于正常状态;

第五,优化原有仪表上的循环水以及软水冷却管道,在软水停水后可快速导用循环水,从而控制软水引发的设备故障时间,避免故障问题没有得到及时解决,对系统整体运行效果造成不利影响。

通过对煤气冷凝系统进行分段化处理,在处理过程中增加热氨水喷头、焦油脱水剂,能够有效延长氨水的沉降时间。进一步增加焦油过滤装置,可以使实际生产期间的操作更加稳定,切实保障产品运行质量水平,避免系统运行效果对后续施工工作造成不利影响,控制人工劳动强度,使焦炉煤气冷凝环节始终处于高效可靠的运行状态。

总结:总而言之,通过对现阶段焦炉煤气冷凝工艺进行优化改进处理,能够从根本上提升煤气冷凝效率,避免在煤气冷凝期间出现冷凝液及熔点较低,液体附着在水管外侧,导致冷凝效果受到不利影响等问题。通过分析当前焦炉煤气冷凝要求,还需要在现阶段改进工作中分析存在于冷凝环节的各类不利影响因素,积极引进更为先进的冷凝设施,加强焦炉煤气冷凝全过程智能化监管力度,确保煤气冷凝环节能够得到严格管控,从根本上提升焦炉煤气冷凝水平。

### 参考文献

- [1]孔力军.焦炉煤气制甲醇精馏工段技术改造探索与研究[J].化工管理,2022(15):57-59.
- [2]段一凡.焦炉煤气净化工序VOCs废气综合利用的探索[J].内蒙古煤炭经济,2021(12):135-136.
- [3]路水娥,姚鹏飞.焦炉煤气冷凝液和压缩机废油水治理总结[J].氮肥与合成气,2021,49(03):27-29.
- [4]王方,袁伟涛,费英子,靳倩倩.降低初冷器后煤气含苯的工艺改进[J].燃料与化工,2020,51(05):30-32.
- [5]冉伟利,陈岗,李学强,张喻,樊英杰,张生军.低阶煤热解油品回收路线探索及建议[J].煤化工,2020,48(04):6-9+23.
- [6]黎思亮.高温热解煤气余热回收及焦油冷凝特性研究[D].浙江大学,2020.[7]陈娜.焦炉煤气冷凝工艺的改进[J].计算机产品与流通,2017(08):247.