

# 低温甲醇洗中尾气冷量的回收利用研究

晁明远

河南龙宇煤化工有限公司 河南 永城 476600

**[摘要]**近年来,低温甲醇洗涤技术在流程优化、节能降耗、降低投资、提高装置灵活性等方面取得了较大进展。以50万吨煤制甲醇采用煤粉加压气化技术为实例,通过对煤化工企业低温甲醇洗放空废气及气化单元外排灰水的特性进行了优化,实现了废气与外排灰水的交换,不仅回收了低温甲醇洗放空尾气的冷量,还降低了外排灰水的温度,达到降低成本,减少能耗的目的。利用 ASPEN EDR软件对其进行了工程设计,从总体设计尺寸、流道分布、热阻分布、压力分布等方面进行了详细的分析和探讨,并给出了相应的设计方案。

**[关键词]**低温甲醇洗; 尾气冷量; 回收利用

**【DOI】**10.12252/j.issn.2096-6288.2020.02.2098

## 1 低温甲醇洗系统流程

目前,低温甲醇洗涤工艺主要由7个塔段组成,其它采用体系传热网络进行。低温甲醇将转化气吸附,并排放出纯化后的净化气,然后将富甲醇送入下游,在中压闪蒸塔进行中压闪蒸得到CO和H<sub>2</sub>循环气进行加压再利用,在CO<sub>2</sub>产物塔中进行降压闪蒸,得到高纯度的CO<sub>2</sub>气体。在H<sub>2</sub>S浓缩塔中,富集的甲醇被闪蒸,然后再放出酸气。在热再生塔中进行热再生,并将其作为溶剂,在吸收塔中进行回收,以实现溶剂的回收。采用废气洗涤塔进行废气排放,可以循环再用甲醇溶剂。该系统采用液氨制冷剂来实现系统的低温环境,经气化后可形成-40℃的低温气相,可以为酸性气体的热平衡。在此过程中,采用富甲醇的膨胀和解吸的自冷效应来获得低温条件,而循环冷却水则因其温度较低而被应用于低温下的甲醇洗涤。

## 2 低温甲醇洗净化工艺的影响因素

### 2.1 温度

提高甲醇中硫化氢和二氧化碳溶解度的方法之一是降低其吸收率,因为在制取时,低温甲醇溶液会吸附一些酸性气体,使其温度逐渐升高,从而影响其吸收效率。吸收温度通常在-20—60℃之间,吸收的主要根据吸收作用和吸收压力来确定。在吸收过程中释放的热量和在脱附时所吸收的热量相等,会导致甲醇的温度下降。利用氨制冷器在吸收塔的上部进行一次冷却,然后将其送入吸收塔中进行吸收。为了使吸收塔在低温条件下平稳地工作,应注意以下几点:原料气体经转换后,其温度应从源头上控制在40℃以内;在设计和制造过程中,换热器的参数要反复计算,并预留一定的空间;主洗塔、换热器和管路必须进行保冷,在选择氨制冷压缩机时,按照低温甲醇洗的操作经验,通常要多出30~40%的余量,以确保吸收塔的冷量。

### 2.2 装置消耗高其他原因

低温甲醇洗设备在运行过程中产生过量甲醇的原因十分复杂,从设备设置和运行情况两方面进行了分析。如果设备内的转换气体的温度高,

当储存室的纯化气体被排出后,将产生大量的甲醇。另外,由于甲醇装置的低温损耗较大,造成甲醇在循环时的升温,从而造成甲醇的损耗。此外,如果在浓缩区的物料分布不均衡,则会造成设备液泛,而塔底抽氮不足,造成甲醇过量使用,从而降低了设备的纯化效率。在含硫设备中,如果温度较高,则会造成甲醇蒸气回收率过低,从而使含甲醇的气体中含有较多的甲醇。另外,设备的负载状况对甲醇的消耗量也有一定的影响,如果长时间超负荷运行,可能会造成甲醇洗设备故障,从而降低甲醇消耗量。

## 3 低温甲醇洗中尾气冷量的回收利用

### 3.1 冷量损耗原因

在低温甲醇洗系统中冷量主要来源于尾气、CO<sub>2</sub>、压缩机制冷以及净化气体中。其中尾气温度最低,可达到-60℃以下,经过酸性气体和氮气回收冷量后,通过水换热器被循环水回收。造成尾气冷量损耗的原因主要为:①尾气排放温度降低。H<sub>2</sub>S浓缩塔存在压差大、负荷高、结垢、夹带甲醇含量高等问题,成为影响高负荷运行的问题。尾气带走大量冷量会增加辅助氨冰机的负荷,由于排放温度接近于尾气管道材料,可能产生较大安全隐患。②未回收甲醇冷量。经过CO<sub>2</sub>分离器分离的冷甲醇被排放至甲醇罐中,冷甲醇和排放甲醇混合后经过甲醇泵送入热再生塔,冷甲醇冷量经过回收后直接送入热再生塔,会造成低温甲醇冷量出现大量损失。通过对CO<sub>2</sub>气体回收,发现CO<sub>2</sub>夹带甲醇含量高,系统可能存在甲醇跑损的问题。

### 3.2 减少冷量损耗的措施

为了避免冷量损耗,主要采取以下措施:①增加气体换热器。由于尾气会带走大量冷量,通过增加换热器,将低温尾气和低温甲醇洗变换器进行交换,从而提高变换器出口温度。可以有效减少系统负荷,将尾气温度提高30℃。CO<sub>2</sub>气体经过对冷量的回收后,也能提高排放温度,对闪蒸汽低温冷量回收可达到1163kW,氨冰机压蒸汽消耗可以减少2.8t/h,可以达到氨冰机降低负荷的要求。②低温冷甲醇未经回收冷量送至热再生塔,会造成冷量大量损失。增加低温甲醇

泵,将冷甲醇提压回收至塔底,和贫甲醇完全换热,对冷甲醇冷量进行回收,再送至热再生塔,可以有效提高冷甲醇温度,可以回收1.465TJ/h。③更换换热器,改进盘管材质。在低温甲醇洗运行期间变换气深冷器盘管容易发生内漏问题,通过更换换热器,使用316L盘管材质,在负荷较低的情况下可以取代变换气深冷器,使用低温尾气和CO<sub>2</sub>气体冷量替代氨冷器制得冷量,避免非计划停工或者大范围降负荷。

### 3.3冷量的回收利用

①回收系统。在溶剂再生中,为了提高甲醇纯度,溶解酸性气体的甲醇经解吸后,利用蒸汽加热实现再生。再生塔提供热量,并借助于冷气补入系统保证热量平衡。为了让甲醇回收,设置分离塔,经过蒸汽加热分离甲醇。其中酸性气体溶解为放热过程,解吸为吸热过程,理论上溶解和解吸达到热量平衡,但实际上由于酸性气体浓度高,且需要再生甲醇,造成解吸气体后冷量无法得到回收,只能被外供热量抵减,使得冷量无法回收。常规换热器设计为了达到换热推动力,在进出口位置,冷、热物流存在温差。温差造成物流热量不能充分吸收,需要放出部分热量,需要由外供冷量提供平衡。低温甲醇洗系统机泵耗电会增加流体焓值,焓升经过系统作用下需要由外部供应。

②工艺设计。在低温甲醇洗工艺中,由于尾气排出压力较低,需要对管道压降充分考虑,保证尾气侧压降最大允许值设定为20kPa,同时尾气清洁,从换热器壳侧通入。灰水由于污垢系数相对较高,为了进行清洗,灰水通过管程进入。考虑到尾气量达到221630kg/h,选择低压降换热器。选择分流式J型壳体,便于清洗换热管。在管程数的选择上,选择管程数越多,管内流速会明显增加,总传热系数也会出现明显增加,但流体流速受到管程压力降的约束。在湍流情况下管内流体可以达到最佳的传热效果,在确定换热管数量以及管径的情况下,按照雷诺准数进行管程数的选择。

### 3.4控制措施

①控制压力因素。酸性气体压力会影响工艺稳定进行,在工艺过程中,压力降低更有利于吸收酸性气体。低温甲醇洗可以利用压力变化提高酸性气体的吸收。净化过程中分段吸收酸性气体,以促进酸性气体吸收满足净化需要。在固定温度下,水溶解度和气体压力成正比。根据传质动力学原理,吸收过程中提高压力会加大气体扩散,增加吸收推动力,提高吸收速度。增加吸收过程压力,促进气体和溶剂充分接触,更有利于吸收,提高净化效果。为了控制好吸收压力,可以在设备稳定情况下增加气量。

②控制温度因素。温度因素极容易影响低温甲醇洗工艺净化效果,当温度降低时,酸性气体溶解度持续降低,降温更有利于提高净化效果。同时升温可能会影响蒸气压,增

加清洗过程中甲醇消耗,因此需要在低温环境下进行,也能减少冷量的损耗。一方面需要改进制冷工艺,持续供给制冷剂。尽量降低减压闪蒸后气体压力,使用节流闪蒸提高制冷效率,保证系统处于低温状态。在保证低温甲醇洗稳定开展前提下保证气液均处于低温状态,提高整体制冷能力,减少冷量的损失。

③控制冷消耗。在低温甲醇洗工艺中不可避免出现冷消耗,为保证建立低温环境条件,满足工艺要求,需要严格控制冷量损失。需要严格控制换热温差。压送泵会提高温度造成冷消耗,需要补充供冷量。富甲醇减压也会造成温度升高,需要由外部系统补充冷量。系统内形成冷量消耗,使用聚氨酯等材料进行保冷处理,减少冷量的消耗。在进料气阶段,可能带入氨气以及水蒸气,发生冷凝或者蒸发,造成冷量损失,需要由外部系统补充冷量。喷入甲醇可能产生冷量损耗,需要由外部供应冷量提供。同时清洗过程中存在酸性气体无法完全溶解,也会产生冷量消耗。甲醇溶剂吸收酸性气体后释放出部分热量,解吸过程中吸收部分热量,利用换热器进行冷量回收,互相抵偿,以减少冷量损失。

### 结语

综上所述,目前,我国煤炭工业大多采用低温甲醇洗,但由于工艺不完善,导致了大量的冷量损失。其中,低温甲醇洗尾气的冷却损耗问题尤为突出,对能源的消耗和生产成本产生了很大的影响。因此,对甲醇洗冷量的回收和利用,可以降低成本,降低能耗。除了回收废气冷量,还可以利用冷甲醇再生泵等装置进一步回收冷量,提高冷量的回收效率,进一步降低能源消耗,减少冷量损耗。

### 参考文献

- [1] 邢士明.低温甲醇洗中尾气冷量的回收利用及工程实现分析[J].2019.
- [2] 孙玉亮,王荣陈,余汪炎.低温甲醇洗尾气冷量回收系统:,CN205784699U[P].
- [3] 张庆金,余复幸,李红明,张洋洋,要芬芬.低温甲醇洗尾气中挥发性有机物治理项目运行总结[J].氮肥与合成气,2019,47(08):25-27.
- [4] 文煊.低温甲醇洗系统冷量优化研究及应用[J].石油石化绿色低碳,2018,3(06):62-66.
- [5] 孙涛,周刘松.低温甲醇洗中尾气冷量的回收利用及工程实现[J].能源化工,2018,39(04):78-81.

### 作者简介:

晁明远,男,1985年出生,助理工程师,大专学历,2006年毕业于开封大学化学工程学院化工工艺,现在河南龙宇煤化工有限公司甲醇厂从事甲醇生产技术管理工作,研究方向:化工工艺。