

硫磺溶剂缓冲罐及溶剂配制罐呼吸阀技术改进

方 丹 (中海沥青股份有限公司, 山东 滨州 256600)

摘 要: 论文中针对硫磺回收再生单元, 溶剂缓冲罐和溶剂配制罐罐顶压力控制系统呼吸阀进行技术改造, 通过改造管线将氮气补压阀与放空泄压阀形成分程控制来控制罐内压力, 让罐内压力放空泄压至尾气处理系统, 使罐内废气由排入罐外大气改为密闭排放至尾气吸收塔, 从此消除了废气通过呼吸阀直接外排对大气污染。

关键词: 呼吸阀; 技术改造; 消除 VOCs 污染

1 引言

环保要求的越趋严格, 各大炼厂的废气排放要求指标也变得更高, 炼厂要不断适应新标准, 对使用多年的溶剂缓冲罐和溶剂配制罐的废气排放系统进行升级改造, 重新设计气相泄放线, 加设泄压阀和单向阀, 调整补压设定值和泄放设定值, 远程自动控制罐内压力, 罐内气相不再直接排入大气, 而是进入尾气吸收塔进行吸收处理。

2 溶剂缓冲罐和溶剂配制罐简介

溶剂配制罐位于硫磺回收装置溶剂再生系统, 主要用于储存来自装卸平台送来的甲基二乙醇胺, 再通过溶剂泵输送至溶剂缓冲罐, 在溶剂缓冲罐内甲基二乙醇胺与除氧水进行一定比例的混合, 配制出合适浓度的贫胺液。一路输送至贫液三级过滤器, 过滤后返回溶剂缓冲罐, 做溶剂缓冲罐补充液, 一路送至富液闪蒸罐, 在对富液闪蒸罐内闪蒸出来的轻烃进行吸收, 降低富胺液中轻烃的含量。一路至硫磺尾气吸收单元, 对进入尾气吸收塔的尾气用贫胺液进行吸收, 吸收尾气中的大量 H_2S 和少量 CO_2 , 进入尾气焚烧炉的 H_2S 和 CO_2 减少, 使焚烧炉内废气的燃烧负荷大大降低, 燃烧更加充分, 进一步也降低了尾气中 SO_2 的排放值。流量最大的一路输送至上游焦化装置, 用来吸收焦化脱硫系统干气、液化气中的硫化氢、二氧化碳等物质。干气、液化气在经分离罐后, 进入脱硫塔的下部与塔顶来的贫胺液逆向接触, 干气、液化气中的硫化氢、二氧化碳等物质就会被贫胺液吸收, 贫胺液变为富胺液。各脱硫塔底出来的富胺液, 自焦化至硫磺界区管网进入, 进入硫磺再生富液过滤器过滤掉富胺液中的杂质, 再进入第一组再生贫富液换热器, 第一次升温至 $70^\circ C$ 左右, 随后再进入再生富液闪蒸罐, 接着富胺液进第二组贫富液换热器, 升温至 $105^\circ C$ 左右进入再生塔, 富胺液与再生塔底来的 $0.4MPa$ 蒸汽逆向接触进行传质传热使富胺液升温至 $123^\circ C$ 左右, 再生出硫

化氢等气体进入硫磺反应炉进行燃烧反应, 再生后富胺液变成贫胺液由再生塔底输送至溶剂缓冲罐。

3 溶剂缓冲罐呼吸阀对排放的影响

3.1 溶剂缓冲罐生产原理

硫磺溶剂缓冲罐用于储存再生塔底出来的贫胺液, 富胺液进入再生塔, 通过再生塔底 $0.4MPa$ 的蒸汽进行加热, 进入再生塔的富胺液通过塔底重沸器 $0.4MPa$ 蒸汽的加热脱除酸性气形成贫胺液, 贫胺液经过再生塔底泵输送至再生塔贫富液换热器, 温度由 $120^\circ C$ 左右降低至 $70^\circ C$ 左右, 再经过再生贫液冷却器冷却到 $40^\circ C$ 左右进入溶剂缓冲罐, 贫胺液供焦化和硫磺各单元使用。

表 1 焦化富胺液组成成分

组分	Wt%
H_2O	68.87
MDEA	29.68
H_2S	1.16
烃类	0.29
温度	$55^\circ C$
压力	$0.5MPa$

表 2 贫胺液质量

H_2S+CO_2	$\leq 1.2g/l$
-------------	---------------

3.2 影响贫胺液中 H_2S 大小的因素

贫胺液中 H_2S 含量的多少是溶剂再生程度的体现, 再生效果差, 会直接影响脱硫效果, 在正常操作中, 要求再生贫胺液中 H_2S 含量越低越好。

3.2.1 影响贫胺液再生质量的原因

①再生塔控制的温度过低、压力过高, 溶剂吸收的 H_2S 解析效果不好; ②各溶剂脱硫部分溶剂循环量小, 导致酸性气负荷大; ③重沸器汽提速度低; ④重沸器内部泄露或者再生塔内部塔盘被蒸汽冲开; ⑤进塔富液波动大; ⑥塔底液面超过重沸器气相溶剂返塔液面; ⑦塔顶温度低, 塔顶回流量大; ⑧富液进料温

度低；⑨供热过剩，影响重沸器流动性；

3.2.2 调节方法

调节温度、压力在指标范围之内；②适当提高重沸器的给汽量与脱硫系统各溶剂循环量；③加大给汽量；④找出漏点，停工检修；⑤稳定富液进料，若是富液泵故障则及时联系维修；⑥开大凝结水外送，降低重沸器凝结水液位；⑦调节好塔顶回流量，保证塔顶温度；⑧增大塔顶供热量；⑨降低供热，考虑增大塔顶回流量。

正常生产中的各项操作变化都会对贫胺液质量有影响，影响因素比较多，出现物料波动或者外部其它不稳定因素影响都会造成贫胺液中 H_2S 和 CO_2 含量升高。虽然 CO_2 排放影响小，但是 H_2S 大量逸出，会出现安全环保事故。溶剂缓冲罐为常压罐，在初始设计中，罐内压力变低时通过罐顶通入氮气补压来保持微正压，当罐内压力较高时罐顶呼吸阀向外泄放罐内压力来保持平衡。为此，当溶剂缓冲罐压力过高时，罐体向外部泄压，会使含有 H_2S 和 CO_2 的气体逸到大气中去。当受操作和外部其它因素影响使罐内贫胺液质量变差时，溶入贫胺液中的 H_2S 和 CO_2 值会较高，当呼吸阀泄放压力， H_2S 和 CO_2 会通过罐顶呼吸阀逸出到大气中造成大气污染， H_2S 浓度过大时还会造成人员 H_2S 中毒事故。为了避免此类事故的发生，要对罐顶压控系统呼吸阀进行合技术改进。

3.3 氮封的作用

罐体设置氮封是为了防止罐内气相直接排到大气中去，如果泄露出去的气相物质属于有毒有害物质，会污染作业区域，使现场作业人员处于有毒有害环境中，甚至造成中毒。氮封也可避免罐体外部气相进入到罐体内部与罐体内部的物质进行反应，造成罐体内部的物质变质失效不利于正常生产。

储罐内压力会受进入罐内物料温度和外部气温变化而变化。当进入储罐内的物料温度比罐内物料温度高或者储罐外界气温升高时，罐内压力升高，这个时候就需要压力控制系统开泄放阀向外泄压，调整罐体不超压。当出现进入储罐内的物料温度低于罐内温度、

罐内的物料被泵抽出、外界气温比罐体内温度低时罐内气体会出现冷凝或者收缩，使罐内压力降低，这个时候就需要压力控制系统打开氮气补压阀向罐内自动补入氮气，提高罐内压力。

3.4 储罐的压力划分

表 3 储罐压力划分等级

常压储罐	设计压力 $\leq 6.9\text{KPa}$
低压储罐	$6.9\text{KPa} < \text{设计压力} < 0.1\text{KPa}$
压力储罐	设计压力 $\geq 0.1\text{KPa}$

3.5 压力泄放设施压力设定值

溶剂缓冲罐和溶剂配制罐根据储罐压力等级划分属于常压罐，但是要确定溶剂缓冲罐和溶剂配制罐的压力设定值需要进行全方位的考虑。要从储罐的类型、材质、罐体内物料正常生产时产生的最大工作压力、罐体内部生产的介质和产生的温度、呼吸阀的类型及压力设定区间、呼吸阀的泄放开度和泄放量、泄放管线的背压大小、呼吸阀和氮气补压以及放空管线的压力泄放顺序、泄放管线材质和管线直径及泄放量等情况综合考虑（见表 4）。

正常操作中要根据溶剂缓冲罐和溶剂配制罐的设计压力和操作压力进行压力设定。罐体氮气补压开启关闭设定值、呼吸阀泄放关闭设定值、放空阀泄放开启关闭设定值要进行合理设置，不然会出现罐内压力泄放不畅导致罐内压力过高或呼吸阀与放空泄放阀泄放过导致罐内压力过低甚至出现负压的情况。氮气补压阀的压力设定值要小于放空泄放阀的设定值，同时要大于放空泄放管线至废气处理的背压，使氮气能够正常补压同时罐内压力能够及时泄放出去。放空泄压阀的压力设定值要小于呼吸阀泄放开启的设定值，当泄放管线泄放不及时呼吸阀会及时开启一同泄压。

4 技改实施方案

4.1 溶剂缓冲罐

4.1.1 溶剂缓冲罐氮封系统改造

溶剂缓冲罐改造前，罐内压力升高，超过补氮阀设定值，补氮阀关闭，达到呼吸阀泄压设定值，呼吸阀内弹簧压片动作，呼吸阀开启，罐内压力泄放出去。

表 4 罐体工艺设备参数

	介质	设计温度 ($^{\circ}\text{C}$)	操作温度 ($^{\circ}\text{C}$)	设计压力 (KPa)	操作压力 (KPa)	主题材质	大小 (mm)
溶剂缓冲罐	贫溶剂	90	40	-0.5KPa ~ 2KPa	0.2KPa ~ 0.5KPa	Q235B	DN6000
溶剂配制罐	贫溶剂	80	40	-0.5KPa ~ 2KPa	0.2KPa ~ 0.5KPa	Q245R	DN4000

罐内压力较低, 低于呼吸阀关闭设定值, 呼吸阀弹簧压片关闭, 停止泄压, 压力继续降低, 低于罐内氮气补压设定值, 氮气阀开启向罐内补压, 达到氮气补压设定值逐渐关闭氮气补压阀。补压系统改造后, 增设了至尾气吸收塔压力泄放线, 溶剂缓冲罐设定值为 $-0.5\text{kPa} \sim 2\text{kPa}$, 正常操作压力 $0.2\text{kPa} \sim 0.5\text{kPa}$ 。罐内压力升高, 超过供氮阀设定值, 供氮阀关闭, 到泄压设定值, 去尾气吸收塔泄放阀门逐渐开启, 将罐内多余压力泄放至尾气吸收塔。呼吸阀开启压力略高于管道泄放压力, 出现泄放去尾气吸收塔不及时, 罐内压力过高情况, 达到呼吸阀设定值, 呼吸阀开启泄放压力, 压力低于呼吸阀设定值, 呼吸阀逐渐关闭停止泄压, 泄压至压力低于压力设定值时尾气吸收塔泄压阀关闭, 当溶剂缓冲罐罐内压力低于设定值, 氮气补压阀开启, 压力升高至设定值自动关闭氮气补压阀。

4.1.2 溶剂缓冲罐泄放管线改造

为了使溶剂缓冲罐呼吸阀外排达到密闭排放, 无污染, 要改变罐内压力控制形式, 将最初的罐内压力控制, 低压氮气自动补压, 高压呼吸阀自动泄压降罐内压力的形式进行技术改进。根据装置布局, 综合考虑, 溶剂缓冲罐旁有地下污油罐泄压线, 在溶剂缓冲罐罐顶增设一条连接于地下污油罐泄压上去尾气吸收塔的管线, 与罐顶氮气补压系统组合成分程控制来调控压力。由于在现场属于共用一根泄压管线, 为了防止管线压力倒窜和压力波动对溶剂缓冲罐内压力的影响, 在罐顶泄压线上增设单向阀。为了多一层压力防护措施, 保留溶剂缓冲罐顶呼吸阀, 调节呼吸阀设定泄压值略高于分程控制泄压值, 出现去吸收塔泄压线出现堵塞或者罐内压力急剧升高情况, 通过罐顶呼吸阀进行泄压, 防止罐内憋压。

4.2 溶剂配制罐

4.2.1 溶剂配制罐罐顶呼吸阀外排的影响

再生单元溶剂配制罐内新鲜胺液(甲基二乙醇胺)胺液加到地下废溶剂罐, 再通过地下废溶剂泵打至溶剂配制罐, 溶剂配制罐内的新鲜胺液通过溶剂收集罐泵输送至溶剂缓冲罐, 加入适当比例的脱氧水配制合适比例贫胺液。地下废溶剂罐内会有来自各个排放废溶剂点的废溶剂和放空脱液罐的凝液, 放空脱液罐内液相含有冷凝烃, 当脱液至地下废溶剂罐会使地下废溶剂罐混合有冷凝烃。新鲜溶剂进入地下废溶剂罐通过地下废溶剂泵输送至溶剂配制罐会使罐内也存有冷凝烃, 由于溶剂配制罐属于常压罐, 压力升高时罐内

轻烃会随着气相通过罐顶的呼吸阀逸出, 使可挥发性有机物(VOCs)排向大气, 造成环境污染。

4.2.2 溶剂配制罐氮封系统改造

溶剂配制罐在改造前, 罐内压力升高, 超过补氮阀设定值, 补氮阀关闭, 到呼吸阀泄压设定值, 呼吸阀内弹簧压片动作, 呼吸阀开启, 将罐内多余压力泄放出去。罐内压力较低, 低于呼吸阀关闭设定值, 呼吸阀弹簧压片关闭, 停止泄压, 压力继续降低, 低于罐内氮气补压设定值, 氮气阀开启向罐内补压, 达到氮气补压设定值逐渐关闭氮气补压阀。氮气补压系统改造之后, 增设至尾气吸收塔压力泄放线, 溶剂配制罐压力设定值为 $-0.5\text{kPa} \sim 2\text{kPa}$, 正常操作压力 $0.2\text{kPa} \sim 0.5\text{kPa}$, 当罐内压力升高, 超过了补氮阀设定值, 补氮阀关闭, 到达泄压阀设定值, 去尾气吸收塔的泄放阀门逐渐开启, 罐内多余压力泄放至尾气吸收塔。呼吸阀开启压力高于管道去尾气吸收塔泄放压力, 甚至出现尾气吸收塔压力泄放不及时, 罐内压力过高, 达到呼吸阀设定值, 呼吸阀开启泄压, 在压力低于呼吸阀设定值, 呼吸阀停止泄压, 压力低于压力设定值尾气吸收塔泄压阀关闭, 当溶剂配制罐罐内压力低于设定值, 开启氮气补压阀, 压力升高至设定值自动关闭氮气补压阀。

4.2.3 溶剂缓冲罐泄放管线改造

为了使溶剂配制罐内可挥发性有机物(VOCs)不排向大气, 密闭排放, 将罐顶呼吸阀进行技术改造, 预制连接于地下污油罐泄压去尾气吸收塔的管线, 并将管线连接于地下污油罐泄压线单向阀之后, 新预制管线上安装单向阀, 防止地下污油罐压力波动或压力过大倒窜造成溶剂配制罐内压力波动。新预制管线压力控制系统上连接远程控制, 与罐顶氮气补压组成分程控制调节系统, 调控罐内压力。罐内压力较低, 氮气补压阀开启向罐内补压, 罐内压力较高, 新预制管线就泄压去尾气吸收塔, 并且设定呼吸阀压力排放值略高于泄压值, 当出现泄压阀堵塞或罐内压力急剧升高和大幅波动时, 还可通过呼吸阀进行泄压, 增加一层保护措施。

5 结语

综上所述, 通过对硫磺再生单元溶剂液缓冲罐和溶剂配制罐罐顶控压呼吸阀升级改造, 压控系统自动控制罐内压力, 进行密闭排放, 避免罐内有毒有害和可挥发性有机物排向大气, 造成大气的污染, 同时也符合当下的环保要求。