

氨吸收制冷工艺的优势及其在煤化工中的应用探究

王军喜(潞安丰喜肥业(集团)有限责任公司临猗分公司, 山西 临猗 044100)

摘要: 文章先分析了氨吸收制冷工艺的原理和应用优势, 随后介绍了氨吸收制冷工艺在煤化工领域中的具体应用, 包括装置设计规模和结构组成、工艺流程特征、工艺运行流程、氨吸收制冷装置的应用优势, 希望能给相关人士提供有效参考。

关键词: 氨吸收; 制冷工艺; 煤化工

随着我国煤化工产业的快速发展, 煤化工企业对于相关生产工艺技术的要求也持续提升, 为此在初期设计阶段需要合理选择工艺路线, 通过前期深入调研, 形成最为适合的技术方案。而工厂在拥有大量可回收低位热能条件下, 选择氨吸收制冷工艺, 可以对系统热量进行充分利用, 优化整个运行系统, 实现热量平衡。

1 氨吸收制冷工艺优势

1.1 氨吸收制冷工艺原理

氨吸收制冷主要是通过消耗热能顺利得到冷量, 其将氨作为主要制冷剂, 把水当成吸收剂, 由两者共同组成了一种溶液循环系统制冷装置, 因为制冷剂为氨, 所以氨吸收制冷适合 $-5\sim-60$ 度左右蒸发温度的制冷状况。处于某种压力和温度条件下, 溶液在液相和气相分界面中的能量和物质交换相同, 该种状态属于一种相对平衡状态, 还可以将其称作是饱和状态。气相内易挥发组分和液相内相比浓度要高, 蒸发过程中温度保持不变, 至于溶液处于等压条件下蒸发中, 会出现温度升高现象。溶液蒸发过程中, 液相浓度开始变稀薄, 破坏了原本的气、液平衡条件, 处于压力相等条件下, 出现新的平衡条件, 此时需要平衡温度升高。吸收制冷装置内的蒸发过程便是应用溶液该种特征, 处于等压条件下, 通过提高溶液温度实现蒸发目标^[1]。

1.2 氨吸收制冷工艺优势

氨处于负压状态下, 蒸发致冷转化为氨蒸汽后, 无需通过压缩机实施压缩处理, 选择稀氨水吸收措施, 率先低压两级吸收处理氨蒸汽, 将其转化为 15% 的氨水, 随后传输至吸收器进行吸收, 把氨水浓度提高到 40% 左右, 最后传输至精馏塔内实施精馏, 变成 99% 纯度的液氨, 继续循环利用, 如此能够有效节约电能。

应用氨吸收制冷工艺无需排油、调节范围较大 = 维护费用低、噪音低、投资少。因为氨吸收制冷不像是氨压缩制冷处理需要建设大面积厂房, 所以能够减少建筑费用, 因为氨吸收制冷除了氨水泵之外, 全部为静止设备, 方便维护, 结构简单, 检修量少, 方便管理。氨吸收制冷能够充分利用余热资源, 实现节能降耗目标, 处于氨吸收制冷过程中, 可以将粗煤气余热直接当成热源, 取代低压蒸汽为整个精馏系统提供热量资源。和压缩制冷工艺技术相比, 氨吸收制冷技术具有突出优越性, 氨

水在粗煤气余热加热后, 解析塔内精馏氨蒸汽同时也是煤气冷却过程, 能够有效缩减煤气降温中的水量消耗, 煤气温度可以有效降低到 130 度, 其也是通过废热锅炉无法达到的。氨吸收制冷相关工艺技术比较起其他的制冷形式相比, 具有下列特征, 选择热水或蒸汽充当热源, 能够促进废热的充分利用, 十分适用于轻工业、冶金产业和化工产业中制冷设备。氨吸收制冷工艺主要是将氨当成制冷剂, 能够制取低于零度的低温, 整个装置除了泵设备之外, 其余的全部是罐、塔等热交换设备, 整体结构十分简单, 方便进行加工制造。同时在工艺运行中整体噪音和振动相对较低, 能够进行露天安装, 有效减少建筑费用支出。相关运行负荷处于 30~100% 之内能够进行灵活调节, 装置运行经济性并没有产生太大的变化。运行中, 操作简便、维修简单, 方便管理。因为氨价格较低, 拥有充足来源。

2 氨吸收制冷工艺的具体应用

2.1 装置设计规模和结构组成

结合氨吸收制冷工艺在我公司合成氨系统中 NHD 脱碳和氨合成工段的应用, 全面总结氨吸收制冷装置的应用特征和应用优势, 包括节能、环保、安全等优势。此次研究中所介绍的氨吸收制冷装置主要可以分为吸收制冷 I 和吸收制冷 II。其中 I 的吸收制冷能力如下: 0 度级冷量为每小时 $1.2 \times 106\text{kcal}$; -40 度级冷量为每小时 $7.7 \times 106\text{kcal}$ 。吸收制冷 II 的如下: 0 度级冷量为每小时 $0.74 \times 106\text{kcal}$; -40 度级冷量为每小时 $3.06 \times 106\text{kcal}$ 。运行装置的设计负荷弹性在 50~115% 之间。

2.2 流程特征

制冷装置的功能设计主要是以两级吸收为主, 而两级解吸对应吸收式制冷运行流程, 该种流程主要特征便是分别借助两个压力机吸收装置帮助系统吸收从 0℃ 级和 -40 ℃ 级蒸发器制冷剂蒸汽。另一运行特征为, 整个装置系统内除了氨水真空泵之外并没有别的转动设备, 所以整个系统运行较为可靠、平稳, 方便后期维修, 不同于混合式制冷和压缩制冷方式, 吸收制冷主要是以低位热能为目标, 具有较高的能量利用率, 但却容易消耗大量冷却水, 投资规模较大^[2]。从工业领域实际应用分析, 单级吸收制冷下, 最低能够制取零下 15 度的冷量, 至于双级吸收制冷下, 最低冷量能够达到 -41 度左右。

由此能够看出,氨吸收制冷对应制取冷量在 10 度到零下 40 度之间。氨吸收制冷工艺可以为加压气化煤气于低温甲醇洗装置内洗涤工作提供相应的低温冷量,此工艺主要借助煤气生产所形成的大量中温余热,充当补偿热能,为两级精馏系统供应热量。此工艺可以充分利用煤气余热,冷却煤气,有效降低煤气降温中的冷却水量,减少输送设备,节约氨水精馏中的压缩机运行电能,提高整体运行效率。

2.3 工艺流程简介

2.3.1 低压部分

此次研究主要采用两级吸收的氨吸收制冷系统装置,两级解吸对应吸收制冷流程主要特征是通过两个压力机吸收装置从两级蒸发器所形成的制冷剂蒸汽进行吸收,随后通过两级解吸以及两级精馏处理形成达标液氨传送到用冷设备当中。另外一种特征是在整个装置系统内,仅有氨水泵以及真空泵,不存在其他转动设备,所以整体运行十分可靠、稳定,方便维修。不同于混合制冷和压缩制冷方法,吸收制冷主要应用低温热能,所以具有较高的能量利用率,而主要缺陷是冷却水用量大,投资规模大。

对于蒸发温度小于 -20°C 的条件下,选择双级氨吸收制冷更为适合,蒸发器制冷后,气氨出过冷器,先通过低压吸收装置,被热交换器内节流后低压稀释溶液所吸收,得到浓溶液,通过低压泵,经过低压精馏塔底以及热交换装置稀溶液换热转化为低压饱和状态,进入低压精馏塔。精馏塔顶部气氨在流入高压吸收装置后,被高压溶液热交换装置内的高压稀释溶液所吸收,得到浓溶液,通过热交换器和高压精馏塔的稀溶液换热转化为高压饱和状态,流入高压精馏塔。而精馏塔顶部流出气氨流入冷凝器实施冷凝处理,通过冷器处理后,冷凝液过冷传输至蒸发器,按照上述步骤不断循环。氨吸收制冷工艺下,在选择具体应用流程过程中,需要联系要求制冷温度、冷源温度、热源温度,通过针对相关技术实施经济比较分析,选择更加经济合理的制冷方案。通常情况下,在热源、冷源条件固定条件下,选择双级和单级制冷方式主要是由制冷温度大小所决定的。如果选择单级制冷方案,则制冷放气范围小于 0.06,从经济层面考虑不够合理,为此需要选择双级吸收制冷方法。

2.3.2 高压部分

从低压部分流出的 38°C 、13.19% 富液直接流入溶液热交换器 I 内,被低压解吸器内贫液进一步加热处理,达到饱和状态后直接传送到低压精馏塔内,部分精馏。其中塔顶精馏形成的纯度为 97%、 64°C 的气氨通过并行方式流入四台叠置再吸收器,被从溶液热交换器中的溶液所吸收。低压精馏塔实际运行中的精馏热量主要从低压解吸器中而来,热源为 158°C 、0.5MPa 的低压蒸汽,在换热器底层流出的 2.56%、 141°C 贫液率先流入溶液

热交换器对应管程,在富液冷却后,达到 63.5°C ,随后进入氨水冷却器,受到冷却水影响,温度降低到 50°C ,最后进入 I 级吸收器充当吸收液。塔顶分凝器内,上述从再吸收器中形成的溶液被管程氨气进行加热处理,温度达到 50°C 后,传入溶液热交换器 II 内,受到高压解吸器溶液影响,加热至饱和状态,在初步进入高压精馏塔后,部分精馏,而塔顶精馏后所形成的氨气浓度超出 99.8%,温度为 55°C ,流入氨冷凝器内受到冷却水影响,进一步冷凝成温度为 36°C 液氨送入冷凝器内进行贮藏,液氨从贮槽流出后,分别传输至低温级过冷器以及高温过冷器。精馏所需热量全部通过高压解吸器提供,热源主要是温度为 158°C 、0.5MPa 的低压蒸汽。解吸器底层流出的 24.2%、 140°C 氨水溶液流入热交换器 II 内,同时被冷却处理,温度降低至 76°C ,再和某些传送泵中 38°C 富液进行混合,转化为 73°C 溶液流入再吸收器,充当低压精馏塔塔顶的气氨吸收液。

2.4 氨吸收制冷装置优势

通过分析,可以发现和其他不同形式制冷方法相比,氨吸收制冷系统设备主要包括以下几种优势,第一是应用寿命较长,机组涵盖多个换热设备构成,除了水泵之外没有其他运行部件,制冷工艺为全封闭运行模式,制冷液不会泄露,机组后期运行维护较为简单、应用方便,相关应用寿命和压缩机制冷机组相比大概能够多一倍以上。机组中还专门设置了相应的保护装置,在实际运行中如果产生故障,则整个机组能够自动复位、报警、停机,整体操作十分便捷、安全。将系统尾气以及锅炉尾气燃烧后形成的蒸汽充当热源,能够促进废热的充分利用,优化系统能源利用率。整个装置除了泵之外全部是罐、塔等热交换装置,结构简单,方便制造加工,噪音、振动小,同时呈现出露天安装形式,能够有效减少建筑费用。

3 结语

综上所述,氨吸收制冷属于一种衔接上下工艺的处理过程,能够有效解决粗煤气余热处理问题,提供了一种适合等级的满足工艺标准的热源,为下一阶段工序的煤气净化和冷却创造了有效工艺条件,整个工艺配置较为合理,使施工工序得到了全面优化。

参考文献:

- [1] 李碧巧. 生物质氨吸收制冷冷库的可行性研究和经济效益分析 [D]. 广州: 广东工业大学, 2019.
- [2] 袁超. 基于 SOFC/ 氨吸收式制冷机的冷热电联供系统的特性仿真研究 [D]. 济南: 山东大学, 2018.

作者简介:

王军喜 (1973-), 男, 民族: 汉, 籍贯: 山西临猗人, 学历: 本科, 现有职称: 中级工程师, 研究方向: 化工工程与工艺。