

关于煤化工工艺冷凝液闪蒸扩容乏汽回收利用的研究

吴 伟 (山西潞安煤基精细化学制品有限公司, 山西 长治 046000)

摘 要: 通过分析煤化工工艺流程可以发现, 工艺冷凝液处理产生了大量能源和资源浪费。引入闪蒸扩容技术实现回收系统升级, 通过分级闪蒸供应不同等级蒸汽, 并通过乏气回收实现凝液热能充分利用, 可以实现资源高效利用。在工艺实施期间, 需要结合资源回收利用问题采取必要稳定措施, 保证回收系统维持高效、稳定和经济运行, 最终系统投运成功为 MTP 装置运行创造了理想效益, 可以为同类项目工艺冷凝液的回收利用提供参考。

关键词: 煤化工; 工艺冷凝液; 闪蒸扩容乏汽回收

0 引言

伴随着煤化工行业的快速发展, 相关工艺技术日渐成熟, 大量煤化工生产项目开始引进回收装置实现资源高效利用, 同时满足国家提出的清洁生产要求, 适应行业转型发展趋势。而在煤化工生产中, 日常将产生大量工艺冷凝液, 按照传统的处理方式进行水冷换热, 然后进行过滤和再生处理, 不仅将造成冷凝液携带的热量大量浪费, 同时也将消耗较多水资源, 导致项目经济效益较低。引进闪蒸扩容乏气回收利用技术, 对装置原有回收系统进行升级改造, 不仅可以减少能源浪费, 也能通过回收利用凝液、蒸汽等资源创造更多效益, 为项目的可持续发展提供助力。

1 煤化工工艺流程

在煤化工甲醇制丙烯 MTP 装置运行过程中, 将甲醇当成是主要原料, 年产 46 万 t 丙烯和 18 万 t 混合芳烃等副产物。装置工艺流程划分为反应再生、分离压缩、精制和乙烯精制, 在生产过程中产生大量工艺冷凝液, 水质复杂, 含铁、有机物等物质, 温度和含盐量均较高。为实现工艺冷凝液回收利用, 需要使冷凝液经过换热、回收、活性炭过滤、除铁过滤、混床除盐等工序处理, 达到国家二级除盐水指标, 满足工艺冷凝液的回收利用要求。但采取该工艺, 依靠水冷方式对冷凝液进行降温处理, 热量浪费严重, 因此需要引进闪蒸扩容装置实现工艺冷凝液闪蒸处理, 并对乏气进行回收利用, 解决 MTP 装置蒸汽缺口大的问题, 从而使装置维持经济运行。

2 工艺冷凝液闪蒸扩容乏汽余热回收

2.1 分级闪蒸

应用闪蒸扩容装置对工艺冷凝液进行处理, 需要利用闪蒸罐实施闪蒸扩容。同时考虑精馏塔操作稳定性、不同介质换热要求等各种因素, 需要实施分级闪蒸, 将蒸汽系统划分为高压过热蒸汽 (9.0MPa)、中压过热蒸汽 (3.5MPa)、低压饱和蒸汽 (0.9MPa)、低低压伴热蒸汽 (0.4MPa) 四个等级, 采用的外管廊蒸汽冷凝液属于管道伴热和自蒸汽疏水。分别完成高压和常压闪蒸罐配置, 并通过各自管线输送各级蒸汽冷凝液。针对 1MPa 以上蒸汽冷凝液, 需要利用高压闪蒸罐闪蒸, 获

得的蒸汽进入蒸汽管网。针对 1MPa 以下冷凝液, 需要送入常压闪蒸罐处理, 利用冷凝器对乏气进行冷却处理, 最终将获得的冷凝液统一加压输送至蒸汽冷凝液总管^[1]。在低压容器中, 高压冷凝液因为压力突降会出现再次蒸发的情况, 从而获得饱和蒸汽和饱和液体。根据管网压力、蒸汽系统稳定性等各项因素, 可以确定闪蒸压力。从理论上讲, 压力越高可以获得更高的回收效率, 但也将导致闪蒸扩容装置投入过多, 影响整个蒸汽系统的稳定性。

2.2 蒸汽回收

通过闪蒸能够获得饱和蒸汽冷凝液, 促使其与对应压力蒸汽相互分离。经过处理后, 不同压力等级冷凝液在管网中不会产生过多二次蒸汽, 因此可以降低气液两相流产生概率。通过 0.9MPa 闪蒸罐, 可以将高等级蒸汽闪蒸成 0.9MPa 蒸汽, 通过对应管网回收, 对应压力冷凝液可以进入常压闪蒸罐再次闪蒸。在系统运行的过程中, 需要利用压力表等加强压力监测, 并增设止回阀和安全阀保证系统安全性。而低压冷凝液经过闪蒸后, 将促使大量乏气产生, 直接排放将引发热能和水资源损失, 并带来环境污染。对乏气进行冷却, 可以获得低温冷凝液, 通过对蒸汽进行二次回收利用提高工艺冷凝液回收效率, 高效利用系统热能。而乏气降温需要实现热交换, 采用空冷方式装置成本较高, 依然需要采用水冷方式。考虑到企业循环水相对紧张, 决定采用除盐水实施热交换。锅炉除盐水温度约 30℃, 高负荷状态下产量可以达到 500t/h, 远超产生的工艺冷凝水, 因此可以满足换热需求。在换热过程中, 将除盐水输送至低压除氧器间, 通过汽机排汽冷却器升温, 实现汽轮机产生的乏气余热回收和利用。在闪蒸扩容罐内, 多股工艺蒸汽将会混合, 发生压力变化。工艺冷凝液设计压力为 0.4MPa, 在憋压的情况下可能出现压力下降情况, 导致冷凝液温度上升, 使其与除盐水存在温度差, 因此可以满足换热要求。而冷凝液整个再生过程在树脂混床中进行, 能够降低冷凝液温度, 促进树脂再生, 做到充分利用工艺冷凝液的热能。底部冷凝液经过换热冷却后可以达到 50℃, 加压后输送至公用工程精制装置回收利用。

2.3 稳定措施

2.3.1 独立回收

从已有经验来看,蒸汽凝液管网在投运后容易发生管线振动情况,同时伴有凝液无法顺利送至公用管网的问题,导致凝液只能就地排放,引发严重资源浪费。出现这一情况,与蒸汽管网不平衡有关,在对不同等级凝液进行回收过程中,由于温度、压力不稳,将引发水击现象,造成整个回收系统不稳。采取常规措施是在换热器下游增设凝液罐,时期液位和出口液位调节阀构成调节回路,促使凝液进入管网^[2]。但凝液罐占地较大,为每台换热器配置,一旦负荷存在差异又会导致罐出口到总管之间出现水击缺陷。考虑到项目蒸汽疏水点多、类型复杂,在管道距离加长的情况下降引发较大压降,因此需要实现回收系统的分布式布置,保证各蒸汽系统稳定运行。在原有 9MPa 高压蒸汽冷凝管配备一套蒸汽凝液回收系统的基础上,针对 3.5MPa 中压蒸汽冷凝罐和 0.9MPa 低压蒸汽冷凝罐新增一套回收系统,并引进 1 台冷却器和 2 台输送泵,形成完整回收框架。通过独立布置回收系统,能够降低管网背压,解决凝液现场排放问题。对 9MPa 凝液进行闪蒸后,产生的凝液和 3.5MPa 蒸汽凝液合并,一同闪蒸后获得 0.9MPa 蒸汽,进入 0.9MPa 蒸汽管网。冷凝管底部凝液和 0.9MPa 凝液合并后,进入 0.4MPa 闪蒸罐闪蒸,产生的蒸汽进入蒸汽外管网。通过分级独立回收,能够降低外送凝液温度,取得较好节能效果。

2.3.2 控制闪蒸量

在对工艺凝液进行闪蒸扩容过程中,应避免凝液中出现过蒸汽。因为在蒸汽量较大的情况下,将引发水泵汽蚀情况,降低回收系统使用寿命。与此同时,产生过多蒸汽容易导致管网中出现气液两相流,引发水锤现象,造成系统无法维持稳定运行。因此从回收工艺稳定性和经济性两方面考量,需要加强闪蒸量的控制。具体来讲,就是加强闪蒸罐液位调节控制,从而减少每小时产生的蒸汽量。通过设置液位调节阀和控制传感器,可以根据反馈信号进行阀门开度调节,得到调节液位的目的。不同于高压闪蒸罐,高压闪蒸罐需要承担更大运行压力,为保证能够实现大量凝液的高效处理,同时保证回收系统稳定运行,需配置变频电机实现输送泵的多级调节和自动切换,做到合理调节液位,避免闪蒸量出现过大或过小问题。考虑到输送高温凝液依然会导致泵发生汽蚀,需要连续使用喷射泵和离心泵,通过喷射高速水流使离心泵叶轮位置的蒸汽能够充分混合在凝液中。在喷射泵后增设三通调节阀,将产生蒸汽回收至常压闪蒸罐,能够实现流体状况和气体状况改善,保证系统运行的稳定性。

2.3.3 优化管路

在对不同等级凝液进行回收时,需要利用不同管

路连接冷凝罐,避免因凝液合并导致管网中出现二次闪蒸情况,引发水击振动。考虑到总管中依然可能出现两相流现象,为降低系统受到的影响,应在压降符合要求的基础上缩小管径,并在节流位置安装大弯曲半径的弯头。配合采用三通调节阀等设施消除管路蒸汽,能够降低水击振动发生几率。在管网运行期间,闪蒸罐内产生较大蒸汽量,也将引发管网压力升高问题。为保证管网安全,应实时监测闪蒸罐内压力,必要时利用安全阀和防控设置进行压力泄放。此外,针对各疏水点位置,应按照 45° 角设置凝液支管,通过斜接方式减小凝液汇集带来的冲击振动。

2.4 效果分析

通过对 MTP 装置回收系统进行整体改造,能够利用系统实现不同等级工艺凝液回收。经过分级闪蒸回收蒸汽,将工艺凝液热量以 0.9MPa 和 0.4MPa 蒸汽形式补充给管网,并通过回收乏气用于与锅炉除盐水换热,可以充分利用工艺凝液热能,取得较好节能效果。在系统运行期间,采取全封闭形式实现凝液和乏气回收,不仅减小了蒸汽和凝液冒漏等问题,也保证了处理后的凝液水质可以达到回收利用要求,在节约资源的同时,减少了热污染、大气污染的产生。

利用除盐水代替循环水换热,能够降低装置运行成本,体现回收系统建设的经济性。通过对系统管网进行改造,引入液位传感器、压力表、调节阀等各种设施实现管网压力、闪蒸罐液位等参数控制,能够保证系统高效和安全运行。从回收系统直接带来了经济效益来看,系统投运后每小时产生 55t 的 0.9MPa 和 35t 的 0.4MPa 蒸汽,用于补充 MTP 装置运行的蒸汽缺口,按照每吨分别为 120 元和 100 元价格计算,每年将创造 6400 万元效益。

3 结论

采用常规水冷换热等方式处理工艺凝液,将引发严重资源浪费。因此在煤化工生产技术升级的过程中,应重视闪蒸扩容乏气回收利用技术的运用,通过对工艺凝液进行分级闪蒸,并做好蒸汽和乏气回收利用,能够创造更多收益。在回收系统投运过程中,应结合实际工况进行多个系统的独立布置,并加强相关工艺参数控制和系统管路优化,确保系统运行可以取得理想效果。

参考文献:

- [1] 周威.大型煤化工项目蒸汽凝液回收系统设计探析[J].化工设计通讯,2021,47(01):11+85.
- [2] 陈立国,李洪.工艺凝液余热回收利用[J].中国设备工程,2021(02):98-99.

作者简介:

吴伟(1985-),男,民族:汉,籍贯:河南信阳人,学历:本科,现有职称:中级工程师,研究方向:化工工程。