

煤化工焦炉烟气综合回收利用及经济效益研究

吴东丰（唐钢美锦（唐山）煤化工有限公司，河北 唐山 063000）

摘要：对于化工行业而言，煤炭是非常关键的化工材料，但是在煤化工装置启动的过程中，也非常容易发生各类放空烟气，这类气体如果不加以回收、不进行处理，很有可能保持其原有的污染状态投放到空气当中，影响人们的生活品质和环保建设，更重要的是增加了生产成本，造成了大量的资源浪费。基于此，本文以“煤化工装置烟气综合回收利用技术”为主要研究对象，首先总结了煤化工装置烟气的状态和种类，然后集中论述了以火柜系统为代表的煤化工装置，以期相关研究内容能够为广大工作人员带来一定的参考和借鉴，为优化我国的化工环境以及促进化工行业发展带来一定的促动，也让煤化工企业创造更大的经济效益。

关键词：煤化工装置；烟气回收；环境保护；可回收利用；经济效益

作为中国最为重要的能源，煤炭也是很多化工产品生产的重要原材料。而随着社会经济的不断发展，我国很多化工产品、石化能源需求也表现出快速发展的趋势，可以说煤化工在化工领域、能源行业的重要意义已经无需赘言。从概念来说，煤化工主要包括煤的液化、汽化以及干馏等工艺，是以煤为原料，经过化学加工，让煤最终转变为气体、液体或其他固体燃料的过程。在煤化工过程中，煤炭的各种有机质可以通过热加工以及催化效应转换为各种燃料以及化工产品，但是因为煤化工过程中会产生大量的废气、废渣以及废水，如何出于环保以及资源可回收利用的角度加强对这些“废物”的回收利用，就成为十分重要的问题，本文中笔者就将以“焦炉烟气”为主要研究对象，就煤化工装置烟气综合回收技术展开论述。

1 煤化工装置排放烟气状态分析

近年来，很多煤化工装置开始投入到化工产品生产的过程中，但是因为这类装置的内部构件、材质选择以及最初的设计理念方面或多或少存在一些缺陷，随着时间的推移，也很容易暴露出气化炉负荷低、合成气冷却器入口积灰、炉膛耐热衬里寿命短、飞灰过滤器滤棒运行不稳定、点火成功率低、吹灰器设计存在缺陷、堵渣严重、易断裂漏灰等问题。这些问题的出现很大程度上也影响和决定了煤化工装置烟气的状态以及类型。

1.1 煤化工装置产生的气体种类分析

对于煤化工装置而言，化工过程中有可能出现的气体主要有以下几种，这些气体有的可以回收、有的难以回收直接释放却又会污染大气，给环保工作带来极大的挑战。加强对此类气体的回收利用，是非常重要的步骤。

1.1.1 氮氧化物

煤化工装置投入生产之后，很容易产生大量的氮氧化物排放到空气当中，尤以一氧化氮和二氧化氮为主，而其主要是基于煤的燃烧所生成的。有研究表明，煤燃烧过程所产生的氮氧化物当中，一氧化氮占比超过 90%，其余的全部是二氧化氮。对煤化工装置的氮氧化物排放途径的角度来分析，其主要包括两种：首先，原煤燃烧产生的氮氧化物；其次，煤气燃烧产生的氮氧化物。

1.1.2 挥发性有机化合物

这类物质主要来自于焦油槽、焦炉、污水处理池等空间，大多是在无组织排放的情况下产生的。有研究表明，没有组织排放的挥发性物质已经占据整个化工行业的半数以上，其中焦油储槽排放的挥发性物质主要包括酚类、氨以及硫化氢等；粗苯储槽当中排放的挥发性有机物质包括二氧化碳、非甲烷总烃等；污水处理池产生的包括烯烃、芳香烃、烷烃以及含氧有机物等各种化合物物质。

1.1.3 氨气

煤化工装置放空气体成分当中，氨气的来源主要包括这样几种：首先，在煤气净化单元存在的包含氨在内的挥发物质；其次，氨回收过程中排放出的氨气；最后，合成氨气生产过程中释放的氨气。

1.1.4 硫化氢

焦炉煤气当中的硫化氢质量浓度为 $6\sim 8\text{g/m}^3$ ，主要来自于压气或液化气的泄漏。煤制天然气需要经过低温乙醇的清洗，但是在此过程中容易因为工艺的波动，导致二氧化碳尾气当中的硫化气超标排放。另外，诸如煤气冷凝液、焦油以及脱硫液当中的硫化氢，也都会从物流存储罐中处于无组织的排放状态，如此也

会加剧污染的出现。

1.1.5 二氧化硫

煤化工装置排放的二氧化硫渠道主要来自于煤气以及原煤的燃烧,还有一部分来自于各种非正常的排放,比如煤制油工艺当中的硫磺回收装置的尾气焚烧;煤制甲醇工艺硫磺回收装置、气化炉停车排气等非正常排放等。二氧化硫是目前煤化工装置放空气体需要回收的一系列类型当中,尤其需要关注的一项,一旦其大面积投放到空气当中,不仅会影响空气质量,甚至会触发更为严重的酸雨问题。

1.1.6 一氧化碳

煤气泄漏很容易产生一氧化碳,其在焦炉煤气当中的占比大约在 5.5%~7% 之间,其主要来源于焦炉推焦过程中的烟气排放,煤气净化过程中的氨水物料挥发,事故状态下的焦炉气管烟气排放以及煤制乙二醇甲烷等。

1.1.7 苯类物质

煤化工装置当中苯的含量浓度为 $8\text{g}/\text{m}^3 \sim 12\text{g}/\text{m}^3$,其污染主要来自于和苯相关的化工生产过程,比如煤焦油的提炼以及粗加工等。煤化工装置启动过程中,苯的主要排放来自于焦油槽,粗苯生产过程中洗油的挥发等。

1.2 化工生产过程所产生的烟气排放类型

煤化工装置在进行化工生产过程中,所产生的烟气根据其经过的不同放空情况,可以被划分为气化炉安全阀放空、回流罐出口放空、循环气压缩机放空、变换单元开车时为控制炉温及停车时放空、点火烧嘴处液化气放空、导淋收集槽出口放空、气液分离器安全阀出口放空、压缩工段为调节压缩机振值部分新鲜气及合成气放空、飞灰锁斗过滤器放空、渣收集器渣锁斗放空、回流罐安全阀出口放空、硫回收尾气放空、飞灰过滤器安全阀放空、合成气总管放空、飞灰气提塔过滤器放空、飞灰过滤器出口安全阀放空、磨煤与干燥系统单元放空、合成单元大量放空、洗涤塔放空、飞灰锁斗过滤器安全阀放空、净化单元硫含量高放空、分析仪放空、飞灰锁斗过滤器放空、驰放气放空等。

2 煤化工装置放空气体综合回收技术及流程分析

在煤化工焦炉冶炼过程中,其因为本身就含有很高的热值,借助火炬燃烧进行放空,不仅会造成非常大的浪费,而且防控过程中很多没有经过处理的废气融入大气当中,造成非常严重的污染。经过研究,笔者认为通过将这部分“废气”进行集中回收,然后加入富氧空气进行充分燃烧,可以让“废气”在进行燃

烧之后实现脱硫、脱硝,确保排放的环保性。当来自各个工艺阶段的烟气经过集中回收以后,就可以进入到可燃性气体混合缓冲器当中,从上部进入到燃烧炉进行燃烧。出于安全考虑,燃烧炉内产生的高温烟气在经过过滤器以及脱硝装置之后,余热锅炉所产生的过热蒸汽会进入到蒸汽管网,后续烟气经过第二空气预热器、软水加热器以及第一空气预热器进行换热,此时温度会下降到 160°C 左右,再经过烟火换热器、引风机、脱硫装置等。脱硫之后借助湿式电除尘器进行精细化除尘,实现烟气的超低排放,此时烟囱出口的拖尾长度要保证在任何情况下都不能超过 150m。

2.1 火炬系统简述

火炬系统大多出现在煤化工、石油化工等大型化工现场,其能够将没有办法回收的蒸汽和其他有毒气体进行过滤,进而减少污染的发生。这个系统的存在是确保化工厂能够进行安全生产的前提以及必要条件,更是规避空气排放污染的关键所在,目前我国工业尤其是煤化工行业对该系统的使用尤为普遍,真能够有效降低化工生产过程中的污染。

2.1.1 火炬系统的主要部件

火炬系统的主要部件包括安全防护墙安全基础、燃烧器组安全基础、管道支架安全基础、防辐射隔热罩安全基础。这四类安全基础会根据气象、地质活动等一系列现实要素,根据煤化工需要出台基本的设计要求,最终呈现出完全符合需要的安全基础设施。

2.1.2 火炬系统的基本类型

虽然火炬系统的类型充斥着多样化的色彩,但是根据火炬系统当中的燃烧器是否原理地面,可以将其划分为高架火炬和地面火炬;根据火炬系统的燃烧器进行分类,则有多燃烧火炬和单点燃烧火炬之分。而地面火炬主要分类两类,分别是封闭火炬和多燃烧器火炬——这两种火炬相对来说前者更加适合那些规模比较小的化工厂、化工装置,后者相对来说更适合于那些规模比较大的化工装置。但整体来说,无论是哪一种煤化工装置,具体哪一种煤化工工艺,火炬系统的存在都是能够将无法有效回收的可燃性气体及时进行回收处理,降低污染和影响到有力举措。

2.1.3 火炬系统的主要特点

火炬系统虽然也属于放空烟气系统的一类代表,但是较之于其他类型的放空系统还存在一些鲜明的特点,加强对这些特点的研究和利用,对于实现煤化工装置放空气体的综合回收利用具有非凡的意义和价值。首先,火炬设置的位置比较高,容易向四周扩散

导致热辐射比较小;其次,火柜的占地面积相对较小,燃烧行为大多在地面进行,此时能够最大程度规避火雨现象的出现;最后,火柜设备的操作相对来说比较简单,很大程度上也为后续的检修工作提供了足够的方便。根据火柜系统的实际工作情况以及特点来分析,其能够很大程度上降低污染物的排放程度。

2.2 火柜回收及放空系统阐释

回收与放空是火柜系统的两大关键性模块,对于其功能的呈现、作用的彰显具有非常鲜明的价值。

2.2.1 火柜系统的回收功能

在火柜气小量排放并将其进行适宜回收时,可以借助水封阀组经火柜回收火柜气。当下对于火柜气的回收大多使用干式火柜,能够存储含尘量比较高的火柜气,而且活塞升降的速度也比较快,能够很好地适应转炉煤气回收系统的各类要求,也是回收火柜气设备的首要选择。回收之后的火柜气可以借助压缩机或者鼓风机送至管网锅炉等装置进行使用,至于压缩机和鼓风机,笔者重点借助螺杆压缩机展开论述。

螺旋压缩机属于容积型压缩机,主要用于空气动力领域,可以用来驱动各类风动工具。其工作原理和往复式压缩机有异曲同工之处,都是由吸入、压缩以及排除三个过程组成的,所以即便是在排气的情况下仍然具有脉动性。随着气体净化技术以及油气分离技术的发展和进步,螺杆压缩机因为其本身所具备的操作方便、可靠性强、自动化程度高、适应性强、动力平衡性高等优点,被广泛作用于煤化工装置放空系统当中。但是因为这种压缩机本身的齿数多、转速高,气流也可以被视作平稳和均匀的,再加上因为同步齿轮和轴承的作用,让转子之间、转子和壳体之间在实际工作时就会产生很小的缝隙,这种缝隙会让压缩机在投入工作过程中既没有摩擦,也能保持基本的密封效应,如此也可以让压缩机的损失率和漏气率保持在一个相对较低的水平,最终呈现出较高的容积率。

螺杆压缩机的两个转子被安装在汽缸当中,附于进排气座的轴承上。轴承和转子体之间会有格外的轴封装置,以免轴承的润滑油漏入汽缸当中,导致汽缸内的气体发生外泄。而且这两个转子在吸气端外侧都安装有同步齿轮,能够确保螺杆齿型间保有正常工作的间隙和空间。

2.2.2 火柜系统的防空功能及气体回收的注意事项

火柜放空系统的存在很大程度上还可以处理煤化工过程中出现的有毒气体以及不可回收利用的废气,更能够处理突发事故出现的泄漏废气。该系统的存在

能够确保煤化工各个环节的环保属性,确保整个化工工程的质量与安全问题得到很好的保障。对于以及火柜放空回收技术为代表的技术而言,其在具体应用的过程中,需要把握这样几个细节:首先,导电杆、点火器以及弯管等不能彼此碰撞或者发生弯曲,在进行运输的过程中必须经过专业包装处理;其次,操作人员必须持有操作许可证,应安排具有足够专业技能的操作人员进行施工,如此一方面是为了确保施工的安全性,另外一方面则是为了保证操作的质量以及稳定性;再次,在进行系统和设备维护时,严格禁止带电作业,以免出现用电方面的安全问题;最后,做好设备的定期养护。一方面要定期检查火柜系统的点火装置内的各个零部件衔接是否完好;另一方面则要定期检查装置内是否存在冷凝液以及天然气的压力情况,及时做好火柜底部的排污工作。倘若装置一直闲置不用,那么可以定期进行检测,只要保障装置无故障可以随时启用即可。

3 经济效益分析

综上所述,煤化工装置可以借助现有的装置,通过改变工艺生产路线的方式,将放空的“废气”转变成其他有用气体,以便后续系统运行时继续进行使用。如此不仅在一定程度上可以达到环保节能的目的,还能提高煤化工装置化工处理的有效性,更能提高相关生产工艺以及技术应用的市场竞争力。纵观目前国内化工行业的发展以及技术研发情况,越来越多的技术人员加入到有关放空烟气综合回收技术研发以及利用的进程中来,很大程度上也为行业的发展和进步提供了很大的平台,节约了企业成本支出,为企业创造了更大的经济效益。

参考文献:

- [1] 刘杰. 热回收焦炉烟气阀门设计 [J]. 冶金设备, 2022(06):18-21+120.
- [2] 黄波, 苏相成. 焦化厂焦炉烟气余热回收技术及应用 [J]. 冶金动力, 2020(09):37-38+42.
- [3] 陈王曦. 焦炉烟气余热回收发电技术分析 [J]. 节能, 2020,39(07):91-93.
- [4] 徐正, 曾阳, 袁本雄, 胡中平, 汪银, 邵胜平. 焦炉烟气余热回收烟风系统分析 [J]. 冶金能源, 2020,39(04):38-41.

作者简介:

吴东丰(1981-),男,河北迁西人,大学本科,中级工程师,研究方向:焦炉热工调节、焦炉安全生产、烟气脱硫脱硝等。