

利用粉煤气化炉处理煤化工企业干化污泥的价值及实践

武建军

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司煤制油分公司 宁夏 银川 750411

摘 要：煤化工企业污水处理过程中会产生大量污泥，经过干化之后使用粉煤气化炉处理，可以降低污泥处置成本。为保证粉煤气化炉稳定运行，对于干化污泥有一定的要求，即干化率介于30~35%之间、掺烧比例不能超过5%。污泥使用粉煤气化炉处理，要合理选择入炉比例，避免污染物生成，本文针对粉煤气化炉处理煤化工企业干化污泥的价值以及实践展开研究。

关键词：粉煤气化炉；煤化工企业；干化污泥；价值；实践

引言

煤化工企业的干化污泥为固体废物，而且产量逐渐增加。我国对于干化污泥的处理方式比较多，比如填埋、焚烧等，其中填埋处理方式达到65%，焚烧方式占比最小，仅为3%^[1]。利用粉煤气化炉处理煤化工企业干化污泥，做到各项操作规范化，避免二次污染，发挥环保价值^[2]。在本文研究中，以A煤化工企业为例，对煤化工企业干化污泥的处理工作简要介绍，分析A煤化工企业的生产现状，阐述A煤化工企业的工业干化污泥组分与气化后元素流向，提出A煤化工企业工业干化污泥利用粉煤气化处理的可行性。

1 煤化工企业工业干化污泥的处理工作概述

企业工业干化污泥重在去除污泥中的水分，使其体积缩小，重量减轻，使其趋于稳定性，后续处理方便，以充分发挥其利用价值。干化污泥使用粉煤气化炉焚烧处理，使用专门工艺技术和设备将污泥中的水分去除。采用这种方法可以短时间处理完毕，不需要占用很大的场地面积，处理操作简单，具有很高的减量率，清洁度比较高，通常不会被外部因素所影响^[3]。

将干化污泥用在粉煤气化炉中处理，其中的有机物碳化，污泥体积最大程度地减少，而且污泥中能量还可以转化为热能或者电能，如此起到充分利用污泥的作用。粉煤气化炉运行中形成高温高压环境，提高碳转化率，同时提高粗煤气效率，能源得以充分回收利用，避免环境污染，而且还会产生合成气，可作为清洁能源使用，对环境保护起到一定的促进作用。

2 A 煤化工企业的生产现状分析

A煤化企业烯烃年产量60万吨，应用粉煤气化技术，每年产生大量的污泥，固体含量5%的污泥量超过120000吨。污泥是危险废弃物，对外输送处理需要消耗极高的成本，所以，该企业多年以来对污泥处理方式进行探索，将其经过技术之后转化为资源，并充分利用^[4]。由于污泥本身具备一定的热值，当环境温度比较高且压力非常大的环境下，其中所含有的有机质具有危害性，能够燃烧的物质就会转化为蒸汽，将其热值充分利用起来，能够节约资源，还有助于保护环境，企业污泥处置费用减少。该企业对干化污泥进行分析，结果见表1。（表1：污泥分析统计表）

表1 污泥分析统计表

名称	全水（M/%）	灰分（Ad%）	分析水（Mad%）	挥发分（Vdaf%）	全硫（Std%）	发热量（MJ/kg）
污泥	88.5	42.07	2.15	85.60	0.55	10.4

通过分析表中的数据可以看出，污泥中的水分含量高，挥发的同时释放热量，能够掺入到干煤粉中，然后送入到气化炉中燃烧，使其在高温环境中气化处理。

3 A 煤化工企业工业干化污泥组分与气化后元素流向阐述

3.1 工业干化污泥组分

从工业干化污泥组成情况来看，除了含有机物及水分之外，还有少量营养成分，如氮、磷、钾等，也含有一些有害物质，包括重金属及多环芳烃等。煤化工企

业污泥是处理污水时产生的沉淀物，处理干化污泥的时候，由于其中含有机物，腐化之后散发出臭味，为很细的颗粒，占有很小比重，其有较高的含水率，而且不易脱水^[5]。污泥本身为亲水性物质，呈现出胶装结构，其本身的性质及含有的各种营养成分、有害物质都会严重影响其利用效果。所以，要准确掌握污泥中的各种成分。处置污泥，可以将其中的有机质充分利用起来，将其干燥后掺入到气化粉煤中，实现资源化利用。

3.2 气化后元素流向

原煤必须进行干燥、研磨等预处理并达到密相输送以及气化的工艺要求。通过密相气力输送系统,粉煤被加压并通过载气处于流态化状态。

粉煤进料系统在正常生产时使用高压二氧化碳作为输送和加压气体,在开车工况没有二氧化碳时,使用氮气作为载气,以密相输送方式完成气化炉粉煤进料。

粉煤给料罐的底部有流化床形成,粉煤经过这里就进入到气化炉中的反应室,由于粉煤给料罐的压力与气化炉反应室压力有所不同,就可以对粉煤起到驱动作用。粉煤在主烧嘴流入到气化炉的反应室,在火焰中燃烧。煤粉在氧气环境中氧化,已经超过气化反应过程中需要的氧气量,所以,其进入氧气炉之后会产生氧化反应。出现气化反应之后,会有合成器产生,其中包含氢气和一氧化碳。

气化炉反应室中流出热合成气和液态渣,进入到气化炉激冷室中。在激冷室中激冷水注入到合成气中,温度快速降低,逐渐形成固态渣。激冷室下游设置洗涤合成气的单元,合成气经过洗涤处理之后传输到一氧化碳变换装置当中^[6]。气化单元界区外的变换高温冷凝液经过再次循环之后传输到煤气化单元,合成气洗涤塔的洗涤水,大部分洗涤水作为气化炉的激冷水,另外少部分洗涤塔底部的排污水送至黑水中压闪蒸系统。

粗合成气经过激冷之后,传输到一级文丘里洗涤器中,同时高压循环水进入到收缩段,在气液两相之间快速流动。受到高速气流的影响,高压循环水被雾化,形成水滴,非常细小,尘粒接触到液滴,星辰一个团,进入到扩散段,气液就会减慢流动速度,压力增加,以尘粒为凝结核加快凝聚,形成的含尘液滴快速扩大直径,进入气液分离罐,进行气液分离,实现达到除尘的目的。

气液两相经过文丘里洗涤之后,进入到气液分离罐中,洗涤液进入到合成气洗涤塔的塔釜中,就会有气相分离出来,接触到高压循环水,同时进入到二级文丘里洗涤器中,再次进行洗涤。二级文丘里洗涤器的喉径可调,以保证不同负荷的原料气通过二级文丘里洗涤器的过程中,就会有压差形成,而且非常稳定,以获得良好的洗涤效果。

二级文丘里洗涤器连接在合成气洗涤塔上,气液两相经过洗涤,流经导向管传输到合成气洗涤塔中,进入到塔釜液面下面,合成气出现鼓泡,经过脱盐水喷淋处理,在2层浮阀塔板上接触变换冷凝液,同时接触高压循环水,进行洗涤,此后合成气流经塔顶气液分离器,留出之后进入到合成气总管系统中,流入到下游的一氧化碳变换装置中,出口煤气中含灰量小于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

4 A 煤化工企业工业干化污泥利用粉煤气化处理的可行性

采用粉煤气化技术处理污泥,其价值体现为污泥的含水率降低,体积缩小,无论是储存还是运输都非常方便。而且,采用这种处理技术能够将污泥处理技术应用投入的资金减少,运营成本降低,实现资源高效利用,可见,干化污泥利用粉煤气化处理技术可行。具体介绍如下:

4.1 入炉煤质变化

其一,粒度。如果粒度很粗,粉煤在强大的压力下传输,管道设备很有可能在冲刷作用下被磨损,缩短使用寿命。当粒度非常细的情况下,粉煤在压力作用下输送中就会被压实,严重影响粉煤正常运输,煤烧嘴无法稳定运行。

其二,灰分。高温熔化下流动的炉渣沿着水冷壁的重力方向流下去。如果渣层不是很厚,耐火衬里有很好的导热性,金属销的导热效果良好,渣的外层温度降低,直到固化并粘附。渣层达到一定厚度的时候,就会增加热阻,传热速度放缓。如果外渣层温度非常高,已经超过灰熔点,就会减少熔渣流动量。渣层非常薄的情况下,热阻也会降低,传热量更多,此时渣层温度比较低,不超过灰熔点。如果炉渣积聚的过程中变得浓稠,在动态流动的情况下逐渐达到平衡状态,此时煤的灰熔点不会有很大改变,氧碳比波动相对较小,水冷壁中的锅炉水能够正常供给,炉内温度不会产生很大的波动。此时,渣层厚度不会产生很大的变化。由此有效地保护了水冷壁免受反应腐蚀、高温侵蚀和熔体侵蚀,从而延长了其使用寿命。

其三,灰熔点。原煤的灰熔点介于 $1100\text{--}1600^\circ\text{C}$ 之间。如果灰熔点非常低,也会降低气化粉煤的碳转化率,炉渣就无法挂在气化炉的水冷壁上,气化炉运行受到影响。当灰熔点非常高的情况下,超过气化炉的最高设计温度,将对设备构成极大的安全隐患。因此,有必要添加助熔剂(石灰石)来改变炉渣的性质,从而保证正常炉渣的流动性^[7]。若需要添加助熔剂,不能过多,否则,会导致炉渣粘度增加。

其四,水分。原煤中的水分含量对煤粉的研磨以及运输的影响非常大。如果原煤中含有大量的水分,研磨相同负载的原煤所需的燃料气量增多,有大量材料消耗。此外,煤粉在运输过程中容易结块堵塞,影响生产;如果煤粉的含水量高,在运输和储存过程中容易结块,导致燃烧不充分。

其五,原煤含硫量。对于煤气化过程,原煤中的硫

具有一定的危害性害,对管道设备造成腐蚀,因此合成气大量泄漏,还会有硫渣留在管道壁上。当处于高温环境中,容易导致自然灾害,甚至发生火灾,严重威胁生产。进入合成气的原煤中的硫含量也会对下游净化系统产生影响。对于非耐硫转化,合成气中的高硫含量很容易导致催化剂中毒,对生产构成重大安全隐患。因此,原煤中的硫含量越低越好。

其六,挥发分。挥发分是煤加热后释放的有机物及其分解产物,可以大致代表煤的变质程度。一般来说,挥发分越高,煤化程度越浅,煤质越轻,反应性越好,越有利于气化和反应。然而,由于煤气化过程中使用的高温气化,气体在炉内的停留时间相对较短,气体与固体之间的扩散反应是控制碳转化的重要因素。因此,对煤粉粒度的要求相对较高,而对挥发性物质和反应性的要求标准很低,煤气化要求原煤的挥发性物质不得超过30%。

4.2 污染物排放影响

煤气化技术不仅可以提高煤炭的利用率,还可以显著减少污染物排放。在处理污染物排放方面,粉煤气化技术采取了各种措施以避免影响。通过建立污水处理系统,对生产过程中产生的废水进行处理,降低废水中的污染物含量,避免污染水资源。回用废水可避免消耗大量淡水资源,减少废水排放量。蒸发结晶装置用于处理废水中的盐分等可溶性物质,进一步减少废水对环境的影响。废气处理装置对生产过程中产生的废气,采用洗涤、焚烧、过滤、回收等多种方法进行处理,确保废气中的污染物符合国家和地方排放标准。

4.3 粗合成气影响

粗合成气中含有大量氯离子,如果没有及时处理,必然污染环境,甚至导致现场工作人员中毒。对于粗合成气中的氯离子采用脱氯剂,能够将氯离子脱出,通常是在甲醇合成工序进口位置安装脱氯塔,内部装填脱氯

剂,进行脱氯处理,就可以将氯离子排除。此外,将处理后的污泥与粉煤混合,通过粉煤气化炉在高温高压条件下进行气化反应,会产生部分粗合成气。

结束语

通过研究明确,污泥干化处理 and 利用是当前煤化工企业需要重点面对的问题。为了降低污泥处理成本,就要资源化转向,与国家绿色发展战略相符合。我国煤化工企业近年来的发展速度加快,无论是装备还是工艺技术,都已经得到世界先进水平。企业要提高行业竞争力,就要实现零排放,此为煤化工企业的重要发展方向。煤化工企业的干化污泥处理中,利用粉煤气化炉焚烧,不仅安全环保,还达到资源循环利用的效果,污泥中所含有的热值和水分得以回收,由此降低企业生产成本,对企业更好发展起到一定的促进作用。

参考文献

- [1]葛璁,张柳,何勇,等.顶喷加压粉煤气化炉及壁面灰渣沉积的数值模拟研究[J].燃烧科学与技术,2022,28(4):371-378.
- [2]辛鹏.壳牌粉煤气化炉煤烧嘴损坏及维护分析[J].山西化工,2023,43(8):132-133,147.
- [3]周元祥,沈开俊.航天粉煤加压气化炉的系统优化与控制要点[J].四川化工,2023,26(3):48-51,60.
- [4]顾晨,李西科.航天炉粉煤加压气化装置阀门阀位检测故障原因分析与改造[J].肥料与健康,2023,50(3):51-53.
- [5]万国鹏.五环炉粉煤气化装置闪蒸系统余热回收利用探讨[J].肥料与健康,2022,49(6):66-68,123-128.
- [6]周春丽,李袖章,秦媛媛,等.QDB-05/QDB-04型CO耐硫变换催化剂在五环气化炉粉煤加压气化装置上的工业应用[J].肥料与健康,2021,48(2):21-24.
- [7]李红泰.山西天泽常压固定床间歇式煤气炉环保升级及替代改造之路[J].中氮肥,2023(2):11-14.